

【第 III 編】

眠気検知等ログデータを用いた
居眠り運転防止対策検討

第 1 章 検討概要

1-1 検討目的

WILLER EXPRESS(株)より富士通(株)製の FEELythm(フィーリズム)とデジタルタコグラフによる眠気検知等ログデータを入手した。また、同データを用いた居眠り運転防止対策案の検討を目的に、運転時における眠気特性を分析した。

1-2 検討概要

- 1) 眠気検知等ログデータの集計用データベース作成
- 2) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討

1-3 検討内容

1-3-1 眠気検知等ログデータの集計用データベース作成

WILLER EXPRESS(株)では、富士通(株)製の FEELythm(フィーリズム)とデジタルタコグラフによるリアルタイムの運行管理システムを導入し、運行管理を行っている。このシステムでは、日々の運行・走行データを蓄積しており、FEELythm の眠気等検知も記録されている。WILLER EXPRESS(株)からこのデータ(以下、「FEELythm ログデータ」という)を貸与していただくことができ、眠気等の発生状況を分析することが可能と考えられたことから、集計用のデータベースを作成した。

1-3-2 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討

眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討のため、作成した眠気検知等ログデータの集計用データベースを倉内委員長に提供し、成果として同データを用いた研究成果を掲載した。

第2章 眠気検知等ログデータの集計用データベース作成

2-1 作成概要

対象とした眠気を検知するための FEELythm(フィーリズム)の概要を図 2-1 に示す。

WILLER EXPRESS(株)では、富士通(株)製の FEELythm(フィーリズム)とデジタルタコグラフによるリアルタイムの運行管理システムを導入し、運行管理を行っている。このシステムでは、日々の運行・走行データを蓄積しており、FEELythm の眠気等検知も記録されている。WILLER EXPRESS(株)からこのデータを貸与していただくことができ、眠気等の発生状況を分析することが可能と考えられたことから、集計用のデータベースを作成した。なお、本データを用いて高速道路における事故の大半を占める眠気起因の漫然運転が生じるメカニズムの解明を期待している。

FEELythm ログデータは、「作業実績集計データ」、「眠気検知データ」、「加減速頻度集計データ」から構成されている。このうち、「作業実績集計データ」はトリップに関するデータ、「眠気検知データ」は眠気を検知した時のデータであり、両者の統合データを作成した。「加減速頻度集計データ」は集計値であり、その他データと統合することができないため、対象外とした。

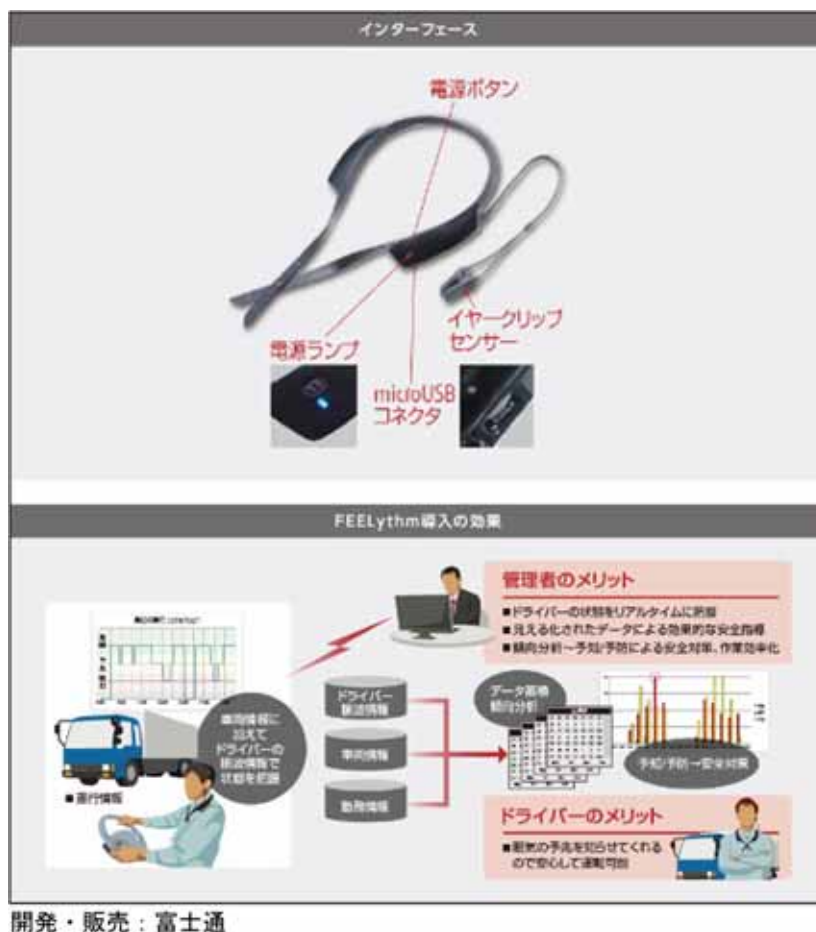


図 2-1 対象とした眠気を検知するための FEELythm(フィーリズム)の概要

2-2 FEELythm ログデータの概要

FEELythm ログデータの概要を表 2-1 に示す。また、各項目の説明を表 2-2 に、データの一例を表 2-3(1)～(3)に示す。

FEELythm ログデータは、「作業実績集計データ」、「眠気検知データ」、「加減速頻度集計データ」から構成されている。「作業実績集計データ」はトリップのデータであり、出発、到着、走行、休憩といった大きなトリップの区切りごとに 1 行のデータとなっている。点列データでないことに注意が必要である。「眠気検知データ」は、眠気予兆開始、眠気予兆終了、眠気検知開始、眠気検知終了と、その日時、緯度経度が登録されたデータである。『眠気予兆』と『眠気検知』がある。「加減速頻度集計データ」は速度差ごとの加速・減速頻度が登録されたデータである。集計用データベースを作成するにあたっては、このうち「作業実績集計データ」と「眠気検知データ」を使用し、両者の統合データとした。

また、FEELythm ログデータには、単位が記載されていない項目が幾つかある。集計用データベースを作成する過程で、把握できたものについて、表に整理した。緯度・経度で、例えば 138.31.178 とあるものは、138 度 31 分 17.8 秒という意味である。距離の単位は 10m、車速の単位は km/h である。

表 2-1 FEELythm ログデータの概要

データ区分

データ区分	データ内容	対象
作業実績 集計データ	トリップのデータであり、出発、到着、走行、休憩といった大きなトリップの区切りごとに1行のデータとなっている。点列データでない。	○
眠気検知 データ	眠気予兆開始、眠気予兆終了、眠気検知開始、眠気検知終了と、その日時、緯度経度が登録されたデータである。	○
加減速頻度 集計データ	速度差ごとの加速・減速頻度が登録された集計値データである。	×

単位

項目	意味(単位)	記載例
緯度経度	度. 分. 0.1秒	138. 31. 178 ⇒ 138度31分17.8秒
距離	10m	10673 ⇒ 106730m
車速	km/h	79 ⇒ 79km/h

※集計用データベース作成過程で把握できた項目

表 2-2 各項目の説明 (FEELytm ログデータに記載されていた内容)

共通				
道路区分	1：一般道	2：一般2	3：高速道	4：専用道
荷積区分	1：空車	2：実車		
眠気検知データ				
レコード名称	センサステータス 非装着またはエラーの状態です。分析対象からは除外してください。			
加減速頻度集計データ				
測位情報	不明(確認中です)			
頻度データ1	1km/h差の加速頻度			
頻度データ2	2km/h差の加速頻度			
頻度データ3	3km/h差の加速頻度			
頻度データ4	4km/h差の加速頻度			
頻度データ5	5km/h差の加速頻度			
頻度データ6	6km/h差の加速頻度			
頻度データ7	7km/h差の加速頻度			
頻度データ8	8km/h差の加速頻度			
頻度データ9	9km/h差の加速頻度			
頻度データ10	10km/h差の加速頻度			
頻度データ11	11km/h差の加速頻度			
頻度データ12	12km/h差以上の加速頻度			
頻度データ13	1km/h差の減速頻度			
頻度データ14	2km/h差の減速頻度			
頻度データ15	3km/h差の減速頻度			
頻度データ16	4km/h差の減速頻度			
頻度データ17	5km/h差の減速頻度			
頻度データ18	6km/h差の減速頻度			
頻度データ19	7km/h差の減速頻度			
頻度データ20	8km/h差の減速頻度			
頻度データ21	9km/h差の減速頻度			
頻度データ22	10km/h差の減速頻度			
頻度データ23	11km/h差の減速頻度			
頻度データ24	12km/h差以上の減速頻度			

補足：WILLER EXPRESSでは、10km/h差以上の加減速をアラート対象(急制動)と定義し、教育指導等を行っています。

表 2-3(1) FEELythm ログデータの一例(作業実績集計データ)

項	運行ID	配送 番号	ルート ID	車両番号	乗務員 コード	所属 コード	所属 名称	運転 識別	道路 区分	積荷 区分	ルート 区分	作業 名称	到着時刻	出発時刻	作業場所	作業開始 緯度	作業開始 経度	作業終了 緯度	作業終了 経度	品名	個数	t 数	走行 距離	運行指示 書番号	地点 コード	オーダー 番号	荷主 コード	日常 点検
1	350483	0	1	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A100	出庫	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178				0					
2	350483	0	2	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A522	出庫前点検	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178				0					-----
3	350483	0	3	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A110	出発	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178				0					
4	350483	0	4	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:28	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.347	138.31.178	035.09.341	138.31.171				3					
5	350483	0	5	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 3:28	2020/1/1 3:32	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.341	138.31.171	035.08.475	138.31.245				165					
6	350483	0	6	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 3:32	2020/1/1 4:58	静岡県静岡市清水区穴原	035.08.475	138.31.245	035.25.452	139.24.100				10673					
7	350483	0	7	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A510	休憩	2020/1/1 4:58	2020/1/1 5:30	海老名SA	035.25.452	139.24.100	035.25.455	139.24.104				2	SA00000000024100				
8	350483	0	8	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 5:30	2020/1/1 5:50	海老名SA	035.25.455	139.24.104	035.35.284	139.34.347				2504	SA00000000024100				
9	350483	0	9	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 5:50	2020/1/1 5:50	神奈川県川崎市宮前区南平台	035.35.284	139.34.347	035.35.297	139.34.362				5					
10	350483	0	10	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 5:50	2020/1/1 6:19	神奈川県川崎市宮前区南平台	035.35.297	139.34.362	035.41.083	139.46.053				2741					
11	350483	0	11	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:19	2020/1/1 6:20	東京都千代田区大手町 1 丁目 9	035.41.083	139.46.053	035.41.077	139.46.027				13					
12	350483	0	12	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A411	降車	2020/1/1 6:20	2020/1/1 6:24	東京都千代田区大手町 1 丁目 9	035.41.077	139.46.027	035.41.083	139.46.024				2					
13	350483	0	13	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:24	2020/1/1 6:30	東京都千代田区大手町 1 丁目 9	035.41.083	139.46.024	035.41.166	139.45.400				136					
14	350483	0	14	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 6:30	2020/1/1 6:37	東京都千代田区一ツ橋 1 丁目 1	035.41.166	139.45.400	035.43.312	139.43.190				650					
15	350483	0	15	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:37	2020/1/1 6:41	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.312	139.43.190	035.43.277	139.43.221				102		3533			
16	350483	0	16	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A411	降車	2020/1/1 6:41	2020/1/1 6:47	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.277	139.43.221	035.43.280	139.43.234				1		3533			
17	350483	0	17	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:47	2020/1/1 6:50	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.280	139.43.234	035.43.319	139.43.177				53		3533			
18	350483	0	18	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 6:50	2020/1/1 7:07	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.319	139.43.177	035.38.359	139.49.405				1598		3533			
19	350483	0	19	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 7:07	2020/1/1 7:15	東京都江東区新木場 1 丁目	035.38.359	139.49.405	035.38.262	139.49.527				241					
20	350483	0	20	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	035.38.262	139.49.527				0		1111			
21	350483	0	21	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A210	到着	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	035.38.262	139.49.527				0		1111			
22	350483	0	22	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	A200	帰庫	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	035.38.262	139.49.527				0		1111			
23	350484	0	1	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A100	出庫	2020/1/1 3:29	2020/1/1 3:29	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.346	138.31.174	035.09.346	138.31.174				0					
24	350484	0	2	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A110	出発	2020/1/1 3:29	2020/1/1 3:29	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.346	138.31.174	035.09.346	138.31.174				0					
25	350484	0	3	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 3:29	2020/1/1 3:33	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.346	138.31.174	035.09.340	138.31.167				4					
26	350484	0	4	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 3:33	2020/1/1 3:36	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.340	138.31.167	035.08.475	138.31.242				164					
27	350484	0	5	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 3:36	2020/1/1 4:49	静岡県静岡市清水区穴原	035.08.475	138.31.242	035.25.441	139.24.096				10670					
28	350484	0	6	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A510	休憩	2020/1/1 4:49	2020/1/1 5:14	海老名SA	035.25.441	139.24.096	035.25.441	139.24.096				0	SA00000000024100				
29	350484	0	7	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A570	その他	2020/1/1 5:14	2020/1/1 5:15	海老名SA	035.25.441	139.24.096	035.25.447	139.24.100				3	SA00000000024100				
30	350484	0	8	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 5:15	2020/1/1 5:33	海老名SA	035.25.447	139.24.100	035.35.279	139.34.350				2507	SA00000000024100				
31	350484	0	9	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 5:33	2020/1/1 5:39	神奈川県川崎市宮前区南平台	035.35.279	139.34.350	035.37.256	139.37.541				693					
32	350484	0	10	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 5:39	2020/1/1 6:03	東京都世田谷区上用賀 5 丁目 3	035.37.256	139.37.541	035.43.319	139.43.192				2219					
33	350484	0	11	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:03	2020/1/1 6:05	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.319	139.43.192	035.43.334	139.43.168				67		3533			
34	350484	0	12	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:05	2020/1/1 6:08	東京都豊島区東池袋 3 丁目 1	035.43.334	139.43.168	035.43.298	139.43.250				40					
35	350484	0	13	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A401	乗車	2020/1/1 6:08	2020/1/1 6:14	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.298	139.43.250	035.43.298	139.43.250				0		3533			
36	350484	0	14	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 6:14	2020/1/1 6:14		035.43.298	139.43.250	035.43.298	139.43.250				0					
37	350484	0	15	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A401	乗車	2020/1/1 6:14	2020/1/1 6:15	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.298	139.43.250	035.43.298	139.43.250				0		3533			
38	350484	0	16	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 6:15	2020/1/1 6:15		035.43.298	139.43.250	035.43.298	139.43.250				2					
39	350484	0	17	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:15	2020/1/1 6:18	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.298	139.43.250	035.43.328	139.43.198				47		3533			
40	350484	0	18	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 6:18	2020/1/1 6:33	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.328	139.43.198	035.41.057	139.41.393				1431		3533			
41	350484	0	19	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:33	2020/1/1 6:41	東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 0	035.41.057	139.41.393	035.41.082	139.42.184				154					
42	350484	0	20	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A401	乗車	2020/1/1 6:41	2020/1/1 6:44	バスタ新宿	035.41.082	139.42.184	035.41.051	139.42.105				0		5196			
43	350484	0	21	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 6:44	2020/1/1 6:44		035.41.051	139.42.105	035.41.048	139.42.102				1					
44	350484	0	22	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 6:44	2020/1/1 6:54	バスタ新宿	035.41.048	139.42.102	035.40.211	139.41.275				241		5196			
45	350484	0	23	21001637	30149	0	無所属	0	3	2	A921	走行	2020/1/1 6:54	2020/1/1 7:12	東京都渋谷区初台 2 丁目 2 8	035.40.211	139.41.275	035.38.409	139.50.251				2114					
46	350484	0	24	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A901	走行	2020/1/1 7:12	2020/1/1 7:38	東京都江東区新木場 1 丁目	035.38.409	139.50.251	035.37.463	139.52.472				596					
47	350484	0	25	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A401	乗車	2020/1/1 7:38	2020/1/1 7:42	東京ディズニーランドバスターミナル	035.37.463	139.52.472	035.37.463	139.52.472				0		791			
48	350484	0	26	21001637	30149	0	無所属	0	1	2	A570	その他	2020/1/1 7:42	2020/1/1 7:42														

表 2-3(2) FEELythm ログデータの一例(眠気検知データ)

項	運行ID	配送 番号	レコード ID	車両番号	乗務員 コード	所属 コード	所属 名称	運転 識別	道路 区分	荷積 区分	レコード 区分	レコード 名称	時刻	場所	緯度	経度	積算 走行距離	車速	センサ ステータス
1	350483	0	1	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 3:28	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.344	138.31.177	58935058		2
2	350483	0	2	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 3:29	静岡県静岡市清水区穴原	035.09.296	138.31.169	58935076		1
3	350483	0	3	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 3:42	静岡県富士宮市山本	035.11.233	138.38.032	58936419		2
4	350483	0	4	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 3:42	静岡県富士宮市山本	035.11.233	138.38.032	58936438		1
5	350483	0	5	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 4:00	静岡県駿東郡長泉町元長窪	035.09.161	138.52.195	58938801	79	
6	350483	0	6	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F502	眠気検知開始	2020/1/1 4:01	静岡県駿東郡長泉町東野	035.09.519	138.53.017	58938957	79	
7	350483	0	7	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 4:01	静岡県駿東郡長泉町東野	035.09.519	138.53.017	58938957	79	
8	350483	0	8	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F503	眠気検知終了	2020/1/1 4:06	静岡県裾野市今里	035.13.134	138.53.331	58939622	79	
9	350483	0	9	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 4:26	神奈川県足柄上郡山北町山北	035.21.363	139.04.350	58942318	79	
10	350483	0	10	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 4:36	中井PA	035.20.260	139.12.231	58943652	80	
11	350483	0	11	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 4:37	中井PA	035.20.322	139.12.256	58943672		2
12	350483	0	12	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 4:37	神奈川県足柄上郡中井町岩倉	035.20.378	139.12.265	58943690		1
13	350483	0	13	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 4:39	神奈川県秦野市西大竹	035.21.079	139.14.371	58944064	80	
14	350483	0	14	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 4:44	神奈川県伊勢原市三ノ宮	035.23.471	139.17.254	58944733	79	
15	350483	0	15	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 4:47	神奈川県伊勢原市高森 1 丁目	035.24.431	139.19.321	58945110	79	
16	350483	0	16	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 4:52	神奈川県海老名市杉久保	035.25.201	139.23.385	58945778	77	
17	350483	0	17	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 4:53	神奈川県海老名市杉久保北 1 丁目	035.25.273	139.23.526	58945821	72	
18	350483	0	18	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 4:58	海老名SA	035.25.452	139.24.100	58945899	0	
19	350483	0	19	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 5:02	海老名SA	035.25.452	139.24.100	58945899		4
20	350483	0	20	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 5:32	神奈川県海老名市国分寺台 2 丁目	035.26.037	139.24.288	58945981		1
21	350483	0	21	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 6:46	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.280	139.43.234	58952054		4
22	350483	0	22	8000575	30180	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 6:51	南池袋PA	035.43.070	139.43.350	58952224		1
23	350483	0	23	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 7:08	東京都江東区新木場 1 丁目	035.38.411	139.50.258	58953822	0	
24	350483	0	24	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	58953947	0	
25	350483	0	25	8000575	30180	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	58953947		0
26	350484	0	1	21001637	30149	0	無所属	0	1	1	F505	センサステータス	2020/1/1 8:06	WEX関東新木場車庫	035.38.254	139.49.523	94893652		0
27	350500	0	1	3003831	30087	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 5:37	東京都江東区新木場 1 丁目 1 8	035.38.269	139.49.521	41030231		2
28	350500	0	2	3003831	30087	0	無所属	0	1	2	F505	センサステータス	2020/1/1 6:03	東京都江東区新木場 1 丁目 1 8	035.38.268	139.49.523	41030231		4
29	350500	0	3	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 6:43	東京都品川区八潮 2 丁目 1	035.36.292	139.45.337	41031307		1
30	350500	0	4	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 7:04	東京都新宿区新宿 4 丁目 1	035.41.097	139.42.195	41032855	12	
31	350500	0	5	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 7:21	バスタ新宿	035.41.087	139.42.151	41032902	0	
32	350500	0	6	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 7:27	バスタ新宿	035.41.087	139.42.151	41032902		4
33	350500	0	7	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F505	センサステータス	2020/1/1 8:47	神奈川県伊勢原市高森 4 丁目	035.24.513	139.19.507	41038363		1
34	350500	0	8	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 9:00	神奈川県足柄上郡大井町柳	035.20.072	139.10.407	41040237	91	
35	350500	0	9	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 9:05	神奈川県足柄上郡山北町向原	035.21.327	139.06.203	41041004	90	
36	350500	0	10	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 9:13	静岡県駿東郡小山町小山	035.21.156	139.00.038	41042180	90	
37	350500	0	11	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F501	眠気予兆終了	2020/1/1 9:18	静岡県御殿場市深沢	035.18.185	138.57.549	41042935	90	
38	350500	0	12	3003831	30087	0	無所属	0	3	2	F500	眠気予兆開始	2020/1/1 9:23	静岡県御殿場市駒門	035.15.179	138.54.522	41043740	91	

■：道路区分3(高速道)

表 2-3(3) FEELythm ログデータの一例(加減速頻度集計データ)

項	運行ID	配送 番号	日時	乗務員 コード	車両 番号	距離	緯度	経度	測位 情報	DOP 値	道路 区分	積荷 区分	現在 車速	頻度 デ-タ1	頻度 デ-タ2	頻度 デ-タ3	頻度 デ-タ4	頻度 デ-タ5	頻度 デ-タ6	頻度 デ-タ7	頻度 デ-タ8	頻度 デ-タ9	頻度 デ-タ10	頻度 デ-タ11	頻度 デ-タ12	頻度 デ-タ13	頻度 デ-タ14	頻度 デ-タ15	頻度 デ-タ16	頻度 デ-タ17	頻度 デ-タ18	頻度 デ-タ19	頻度 デ-タ20	頻度 デ-タ21	頻度 デ-タ22	頻度 デ-タ23	頻度 デ-タ24			
1	352222	0	2020/1/6 21:08	30168	2003919	18061724	035.37.453	139.52.465	28	0	1	1	0	35	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	351853	0	2020/1/5 20:28	30177	3003836	34389675	035.08.447	136.53.017	27	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	351854	0	2020/1/5 20:29	30183	3004181	1265298	034.56.274	137.11.565	43	0	1	1	0	269	103	41	39	19	6	3	6	0	2	0	0	284	154	73	22	16	4	2	0	0	0	0	0	0		
4	352190	0	2020/1/6 20:33	30053	3004181	1281482	034.50.011	137.24.568	27	0	1	2	0	418	147	108	85	37	8	3	6	0	3	1	0	526	219	124	73	17	4	0	0	0	0	0	0	0		
5	352189	0	2020/1/6 20:32	30017	3003832	41499105	035.38.276	139.49.515	27	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	352022	0	2020/1/6 7:55	30137	3003347	125291455	035.40.513	139.41.400	27	0	1	1	0	139	124	63	32	12	1	2	0	0	0	0	0	121	57	85	37	6	5	1	0	0	0	0	0	0		
7	352022	0	2020/1/6 7:55	30137	3003347	125291257	035.41.081	139.42.135	23	0	1	2	0	213	138	74	45	23	9	12	1	0	0	0	0	252	188	114	48	17	4	2	0	0	0	0	0	0		
8	352022	0	2020/1/6 7:55	30137	3003347	125290986	035.40.152	139.41.280	20	0	3	2	0	10004	372	78	64	5	0	0	0	0	0	0	0	9633	384	92	48	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	351854	0	2020/1/5 20:29	30183	3004181	1270736	035.08.453	136.53.013	43	0	1	2	0	27	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	351922	0	2020/1/5 21:58	30182	3003987	25467550	035.38.264	139.49.524	25	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	351921	0	2020/1/5 21:58	30017	3003832	41499105	035.38.261	139.49.527	25	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	351854	0	2020/1/5 20:29	30183	3004181	1264868	034.56.556	137.10.049	25	0	1	2	0	37	14	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	352004	0	2020/1/6 6:06	30095	3004030	127293650	035.08.459	136.53.013	24	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	351854	0	2020/1/5 20:29	30183	3004181	1264849	034.56.533	137.10.116	25	0	1	2	0	227	90	67	31	11	2	1	2	1	0	0	0	314	168	64	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	351853	0	2020/1/5 20:28	30177	3003836	34389222	035.09.348	136.53.197	27	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	351854	0	2020/1/5 20:29	30183	3004181	1256251	034.42.094	137.44.247	22	0	1	2	0	443	168	106	58	23	8	2	10	0	0	0	0	470	217	125	45	26	7	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	350685	0	2020/1/1 20:56	30177	2003918	17693078	035.40.154	139.41.279	24	0	3	2	0	1061	93	20	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1102	76	14	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	352189	0	2020/1/6 20:32	30017	3003832	41540333	035.08.442	136.53.014	24	0	1	2	0	15	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	352189	0	2020/1/6 20:32	30017	3003832	41540237	035.08.388	136.52.520	28	0	1	1	0	96	46	30	36	25	2	5	3	0	0	0	0	128	111	75	24	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	352195	0	2020/1/6 20:37	30150	3003835	34298658	035.40.113	139.46.328	22	0	1	2	0	201	93	50	17	2	4	0	0	0	0	0	0	258	110	46	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	352195	0	2020/1/6 20:37	30150	3003835	34334242	035.08.258	136.54.195	24	0	3	2	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	352329	0	2020/1/7 5:29	30095	3003831	41281008	035.41.083	139.42.153	23	0	1	2	0	238	111	34	19	12	1	5	2	0	0	0	0	237	136	71	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	352195	0	2020/1/6 20:37	30150	3003835	34295518	035.38.269	139.49.526	27	0	1	2	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	352061	0	2020/1/6 10:34	30129	3003756	40135648	035.08.446	136.53.014	44	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	352061	0	2020/1/6 10:34	30129	3003756	40135648	035.08.446	136.53.014	43	0	1	1	0	325	173	72	36	7	3	3	2	2	0	0	0	453	169	52	30	13	9	1	0	0	0	0	0	0	0	
26	351997	0	2020/1/6 5:28	30109	3004020	43109903	035.08.446	136.53.012	25	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	351997	0	2020/1/6 5:28	30109	3004020	43109475	035.09.356	136.53.194	27	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	351980	0	2020/1/6 3:34	30086	21001978	47193196	035.37.443	139.52.466	24	0	1	2	0	12	9	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	12	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	351914	0	2020/1/5 21:52	30003	3003778	50519409	035.08.446	136.53.018	24	0	1	1	0	211	61	37	19	8	5	1	1	3	0	0	0	366	107	48	9	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
30	351946	0	2020/1/5 22:45	30087	3003831	41237534	035.09.350	136.53.193	28	0	1	2	0	114	73	36	21	10	6	1	3	0	0	0	0	227	78	60	14	9	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0
31	351863	0	2020/1/5 20:40	30079	3004182	1248586	035.41.059	139.42.172	23	0	1	2	0	211																										

■：道路区分3(高速道)

2-3 集計用データベース作成方法

集計用データベース作成方法を図 2-2 に示す。また、データベースのレコードレイアウトを表 2-4 に示す。

FEELytm ログデータのうち「作業実績集計データ」と「眠気検知データ」を使用し、両者の統合データとして、集計用データベースを作成した。集計用データベースは、5つのステップで作成した。

STEP1 では、データの統合を行った。具体的には、作業実績集計データと眠気検知データを統合し(眠気検知データの時刻は、作業実績集計データの到着時刻として処理)、36 項目目にフラグを付与(0:作業実績集計、1:眠気検知)した。そのうえで、3 項目目の運行 ID、17 項目目の到着時刻、36 項目目のデータフラグ、5・6 項目目の項目 ID でソートした。

STEP2 では、kp 付与用のデータ整理を行った。kp 付与は、12 項目目の道路区分 3：高速道を対象とした。また、同一運行 ID を対象として、作業実績集計データ(トリップデータ)に、眠気検知データを内包させ(トリップ開始時刻 $\leq$ 眠気検知データ時刻<トリップ終了時刻で同一トリップ)、これに、45 項目目の高速道トリップ No.を付与した。

STEP3 では、走行方位の算出を行った。具体的には、トリップ単位で走行方位を算出した(当該点から次の点までの方位を北を 0° として時計回りに 360° で算出)。この処理は、作業実績集計データ(トリップデータ)が、出発、到着、走行、休憩といった大きなトリップの区切りごとに 1 行のデータとなっており、点列データでないことに因るもので、後述の kp 付与を行うにあたり、上り線・下り線の進行方向を知る必要があったために行った。この集計用データベースを作成するにあたっての 1 番の技術的特徴である。

STEP4 では、kp マッチングを行った。当該点の 3 次メッシュ(1km 四方)を中心に隣接 8 メッシュ(計 9 メッシュ)の DRM を対象とし、別途準備した 0.01kp-緯度経度対応表を基に、路線別方向別に kp マッチした(離隔距離がより近い kp で上書き)。kp 座標リンクと当該点との離隔距離がトリップ端 500m 以内、眠気検知 120m 以内の場合のみマッチと判定し、複数路線マッチした場合(方向別も含む)は、いずれの情報も保持させた。

STEP5 では、方位・方向による精査を行った。kp 座標リンクの走行方位と当該点の走行方位の差を算出し、方向マッチ(走行方位差が $\pm 60^\circ$ の範囲)が 1 路線 1 方向のみの場合は kp を確定した。kp 不確定データは、一定のルールに従いトリップ単位で確定させ、路線方向の連続性を判定した。

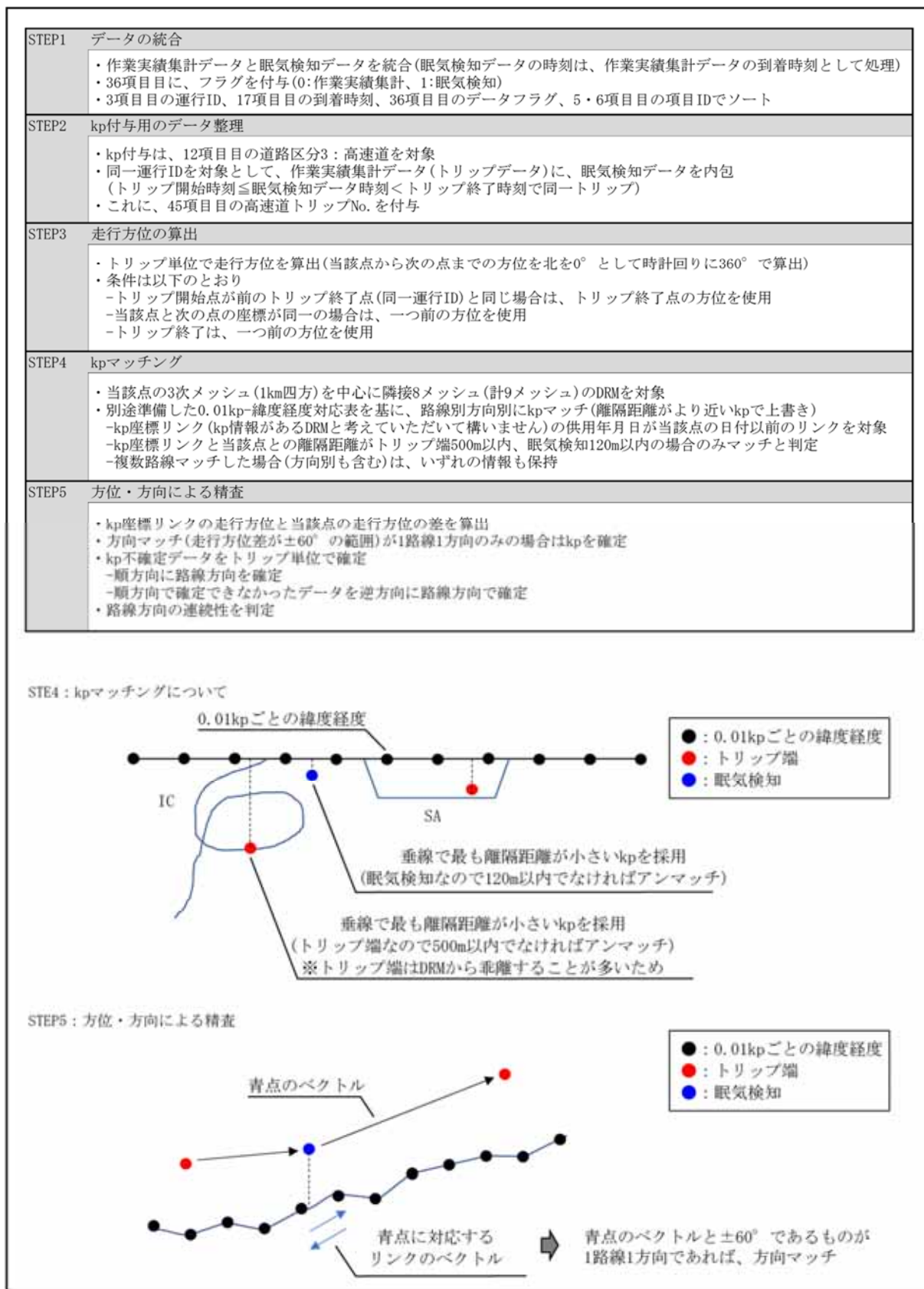


図 2-2 集計用データベース作成方法

表 2-4 集計用データベースのレコードレイアウト

No.	項目	作業実績 集計データ	眠気検知 データ	統合に伴う 付与データ	単位	内容
1	項(作業実績集計)	○				
2	項(眠気検知)		○			
3	運行ID	○	○			
4	配送番号	○	○			
5	レコードID(作業実績集計)	○				
6	レコードID(眠気検知)		○			
7	車両番号	○	○			
8	乗務員コード	○	○			
9	所属コード	○	○			
10	所属名称	○	○			
11	運転識別	○	○			
12	道路区分	○	○			
13	積荷区分	○	○			
14	レコード区分	○	○			
15	作業名称	○				
16	レコード名称		○			
17	到着時刻	○	○			表示は分までであるが、データとしては秒まで保有
18	出発時刻	○				表示は分までであるが、データとしては秒まで保有
19	作業場所	○	○			
20	作業開始緯度	○	○		度.分.秒(10倍)	
21	作業開始経度	○	○		度.分.秒(10倍)	
22	作業終了緯度	○			度.分.秒(10倍)	
23	作業終了経度	○			度.分.秒(10倍)	
24	品名	○				
25	個数	○				
26	t 数	○				
27	走行距離	○			10m	
28	運行指示書番号	○				
29	地点コード	○				
30	オーダー番号	○				
31	荷主コード	○				
32	日常点検	○				
33	積算走行距離		○			
34	車速		○			
35	センサステータス		○			
36	データフラグ			○		0:作業実績集計、1:眠気検知
37	作業開始緯度日本測地系			○	度	
38	作業開始経度日本測地系			○	度	
39	作業終了緯度日本測地系			○	度	
40	作業終了経度日本測地系			○	度	
41	作業開始緯度世界測地系			○	度	
42	作業開始経度世界測地系			○	度	
43	作業終了緯度世界測地系			○	度	
44	作業終了経度世界測地系			○	度	
45	高速道トリップNo.			○		No. 3運行IDに対して付与
46	作業開始マッチングフラグ			○		作業開始緯度経度座標の路線マッチング(0:アンマッチ、1:マッチ)
47	作業開始路線名			○		
48	作業開始方向			○		上、下、内、外
49	作業開始KP			○	KP	
50	作業開始離隔距離			○	m	
51	作業終了マッチングフラグ			○		作業終了緯度経度座標の路線マッチング(0:アンマッチ、1:マッチ)
52	作業終了路線名			○		
53	作業終了方向			○		上、下、内、外
54	作業終了KP			○	KP	
55	作業終了離隔距離			○	m	

：道路区分3のみに付与

2-4 集計用データベース作成結果

2-4-1 対象データ

(1) 対象営業所

集計用データベース作成の対象営業所を表 2-5 に示す。

集計用データベース作成にあたっては、WILLER EXPRESS(株)名古屋営業所の FEELytm ログデータを使用した。

表 2-5 集計用データベース作成の対象営業所

No.	営業所	対象
1	本社営業所	
2	仙台営業所	
3	新潟営業所	
4	長野営業所	
5	千葉営業所	
6	池袋営業所	
7	名古屋営業所	○
8	大阪営業所	
9	広島営業所	

(2) 対象期間

集計用データベース作成は、令和 2 年 1 月の FEELytm ログデータを対象とした。

(3) 対象データ数

対象 FEELythm ログデータ(作業実績集計データ)のデータ数を表 2-6 に示す。

FEELythm ログデータのうち作業実績集計データより、データ数を集計した。WILLER EXPRESS(株)名古屋営業所における令和 2 年 1 月の全レコード数は 29,146 レコード/月であり、1：一般道が 20,143 と最も多い。次いで、3：高速道の 8,938 レコード/月である。このレコード数は、出発、到着、走行、休憩といった大きなトリップの区切りごとに生成されるため、出庫、帰庫、乗車、降車、点検、待機のような区切りが多い一般道のレコードが多くなっている。

また、運行 ID 数は 924 運行/月、乗務員数は 48 人/月であった。単純に運行 ID 数を乗務員数で除すと、1 人あたり 19 運行/月である。

表 2-6 対象 FEELythm ログデータ(作業実績集計データ)のデータ数

項目		データ数
レコード数		29, 146 レコード/月
道路区分	1：一般道	20, 143 レコード/月
	2：一般2	38 レコード/月
	3：高速道	8, 938 レコード/月
	4：専用道	27 レコード/月
運行ID数		924 運行/月
乗務員数		48 人/月

※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

(4) 眠気予兆・検知状況

対象 FEELythem ログデータ(眠気検知データ)の道路区分別眠気予兆・検知件数を表 2-7 に示す。

対象データの特徴を知るため、FEELythem ログデータ(眠気検知データ)の眠気予兆・検知件数を道路区分別に整理した。眠気予兆開始、眠気検知開始とも、レコード数は一般道に比べて高速道の方が約 10 倍多い。運行 ID 数も、一般道より高速道の方が多い。総運行 ID 数 924 運行/月に対して、高速道での眠気予兆開始が 710 運行/月、眠気検知開始が 613 運行/月であり、高速道路の運行の大半で眠気予兆・検知が発生していることになる。

表 2-7 対象 FEELythem ログデータ(眠気検知データ)の道路区分別眠気予兆・検知件数

道路区分	レコード数(レコード/月)		運行ID数(運行/月)	
	眠気予兆開始	眠気検知開始	眠気予兆開始	眠気検知開始
1：一般道	531	217	309	161
2：一般2	0	0	0	0
3：高速道	5,982	2,769	710	613
4：専用道	4	2	3	2
計	6,517	2,988	717	644

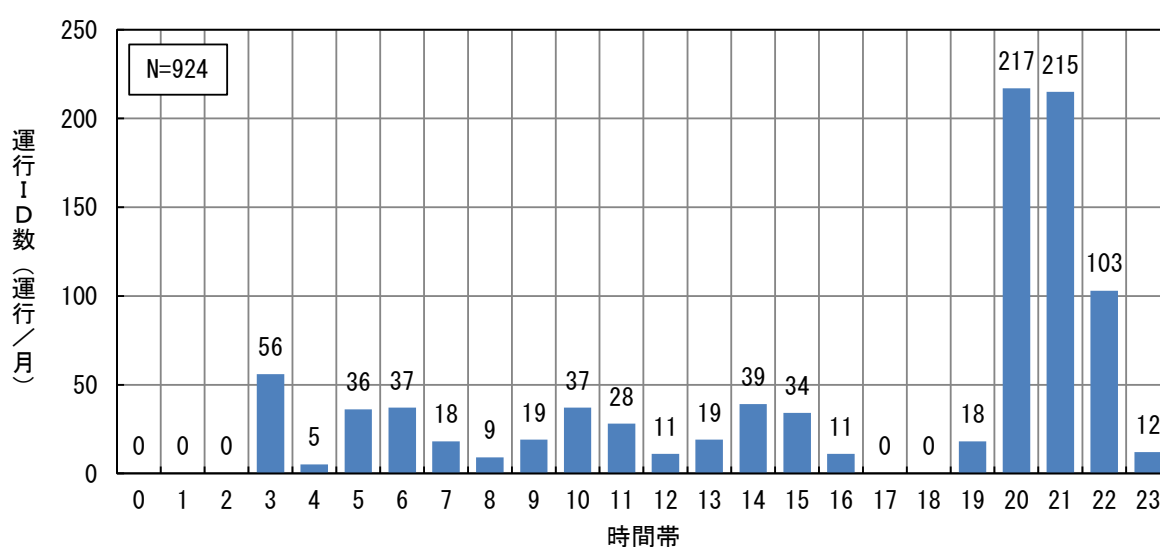
※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

※総運行ID数は924運行/月

対象 FEELythm ログデータ(作業実績データ)の出発時間帯別運行 ID 数を図 2-3 に示す。
また、時間帯別眠気予兆・検知件数を図 2-4 および表 2-8 に示す。

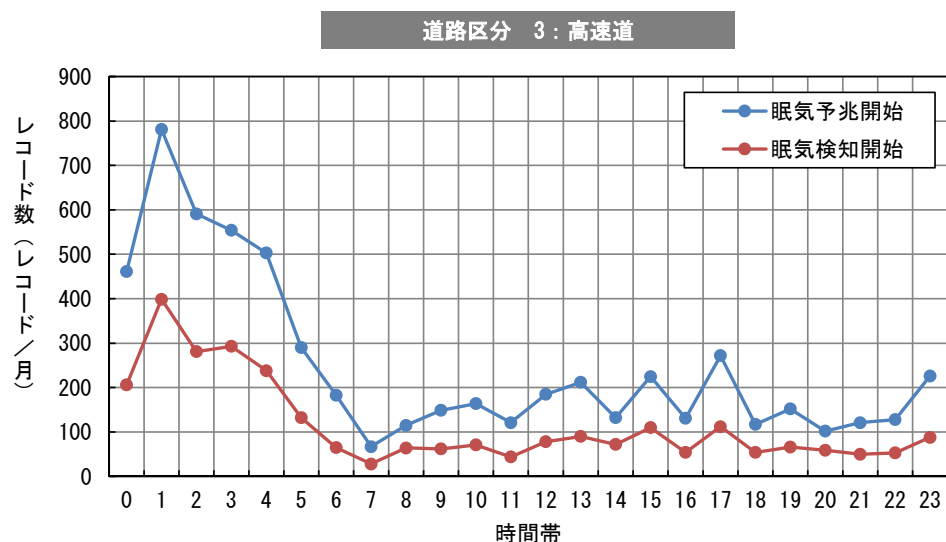
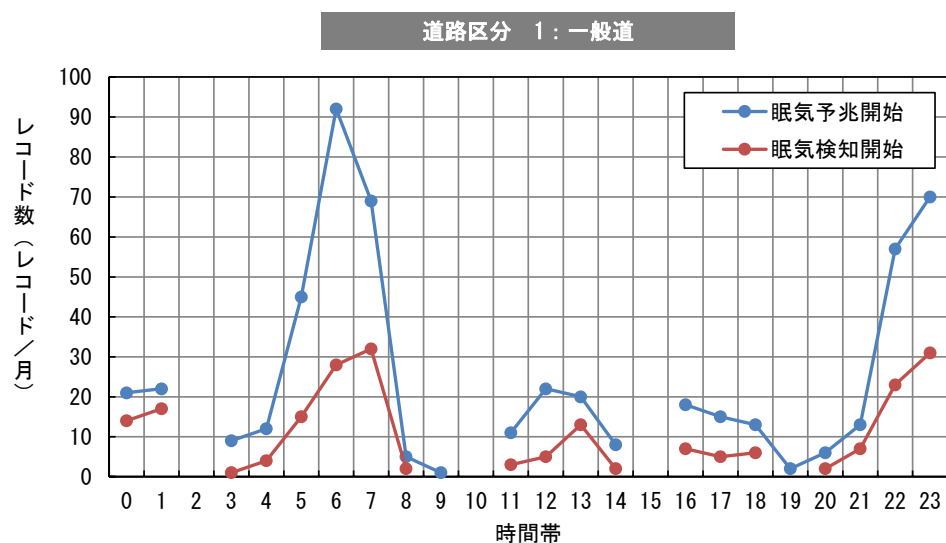
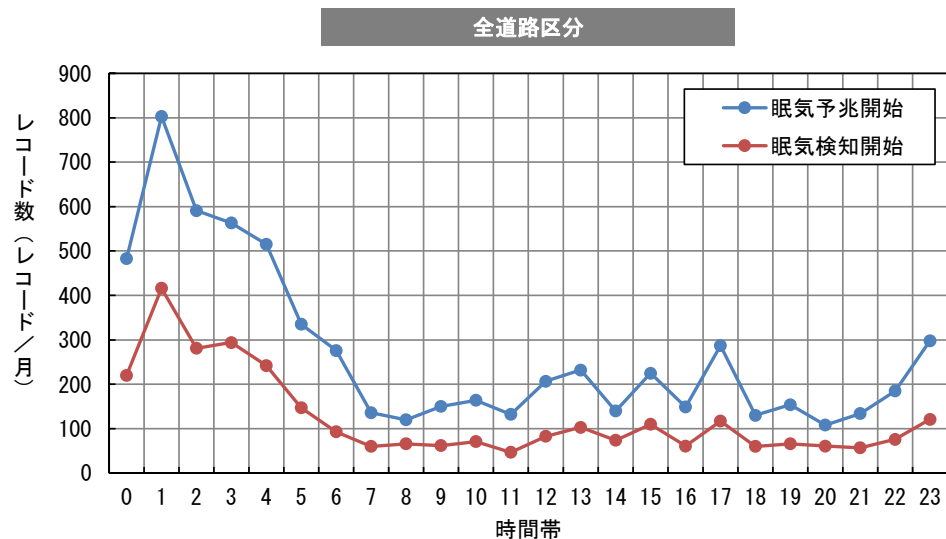
時間帯別眠気予兆・検知件数を確認するに先立ち、出発時間帯別運行 ID 数を集計整理した。なお、同データの作業名称に「出発」がない 3ID については、「出庫」時間帯で代替した。出発時間帯をみると、20～22 時台が多い。この時間帯以降、深夜から早朝にかけての走行が多いことがみてとれる。

これを前提として時間帯別の眠気予兆・検知件数をみると、一般道では 6～7 時台の朝に、高速道では 0～5 時台の深夜に眠気予兆・検知が多く発生しており、この時間帯は眠気が発生しやすいと考えられる。



※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

図 2-3 対象 FEELythm ログデータ(作業実績データ)の出発時間帯別運行 ID 数



※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

図 2-4 対象 FEELytm ログデータ(眠気検知データ)の
道路区別時間帯別眠気予兆・検知件数

表 2-8 対象 FEELytm ログデータ(眠気検知データ)の
道路区分別時間帯別眠気予兆・検知件数

全道路区分

単位：レコード/月

時間帯	眠気予兆開始	眠気検知開始
0	483	220
1	803	416
2	591	281
3	563	294
4	515	242
5	335	147
6	276	93
7	136	60
8	120	66
9	150	62
10	164	71
11	132	47
12	207	83
13	232	103
14	140	74
15	225	110
16	149	61
17	287	117
18	130	60
19	154	66
20	108	61
21	134	57
22	185	76
23	298	121
計	6,517	2,988

道路区分 1：一般道

単位：レコード/月

時間帯	眠気予兆開始	眠気検知開始
0	21	14
1	22	17
2	0	0
3	9	1
4	12	4
5	45	15
6	92	28
7	69	32
8	5	2
9	1	0
10	0	0
11	11	3
12	22	5
13	20	13
14	8	2
15	0	0
16	18	7
17	15	5
18	13	6
19	2	0
20	6	2
21	13	7
22	57	23
23	70	31
計	531	217

道路区分 3：高速道

単位：レコード/月

時間帯	眠気予兆開始	眠気検知開始
0	461	206
1	781	399
2	591	281
3	554	293
4	503	238
5	290	132
6	183	65
7	67	28
8	115	64
9	149	62
10	164	71
11	121	44
12	185	78
13	212	90
14	132	72
15	225	110
16	131	54
17	272	112
18	117	54
19	152	66
20	102	59
21	121	50
22	128	53
23	226	88
計	5,982	2,769

※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

2-4-2 集計用データベース作成結果

集計用データベース作成結果として、その一例を表 2-9(1)、(2)に示す。また、全車両およびマッチング車両のレコードプロット状況を図 2-5(1)、(2)に示す。なお、全ての集計用データベース作成結果は、DVD に収録した。

集計用データベース作成結果は表のとおりである。レコードレイアウトは前掲表 2-4 のとおりであり、表の 1 枚目はもともとの「作業実績集計データ」と「眠気検知データ」を統合したもの、2 枚目は統合に伴い新たに付与したものである。

表 2-9(1) 集計用データベース作成結果の一例(1/2)

項 (作業実績 集計)	項 (眼気 検知)	運行 ID	配送 番号	レコードID (作業実績 集計)	レコードID (眼気検知)	車両 番号	乗務員 コード	所属 コード	所属 名称	運転 識別	道路 区分	積荷 区分	レコード 区分	作業名称	レコード名称	到着時刻	出発時刻	作業場所	作業開始 経度	作業開始 経度	作業終了 経度	作業終了 経度	品名	個数	t 数	走行 距離	運行 指示書 番号	地点コード	オーダー 番号	荷主 コード	日常点検	積算 走行 距離	車速	センサ ステータス			
1	350483	0	0	1	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A100	出庫	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178					0													
2	350483	0	0	2	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A522	出庫前点検	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178					0													
3	350483	0	0	3	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A110	出発	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:27	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.347	138.31.178	035.09.347	138.31.178					0													
4	350483	0	0	4	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A570	その他	2020/1/1 3:27	2020/1/1 3:28	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.347	138.31.178	035.09.341	138.31.171					3													
1	350483	0	0	1	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F505	走行	2020/1/1 3:28	2020/1/1 3:28	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.344	138.31.177																58935058		2		
5	350483	0	0	5	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 3:28	2020/1/1 3:32	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.341	138.31.171	035.08.475	138.31.245					165											1		
2	350483	0	0	2	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F505	走行	2020/1/1 3:29	2020/1/1 3:29	静岡県静岡市清水区矢原	035.09.296	138.31.169																58935076				
3	350483	0	0	6	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A921	走行	2020/1/1 3:32	2020/1/1 4:58	静岡県静岡市清水区矢原	035.08.475	138.31.245	035.25.452	139.24.100					10673											2		
4	350483	0	0	4	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 3:42	2020/1/1 3:42	静岡県富士宮市山本	035.11.233	138.38.032																		1		
5	350483	0	0	5	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F500	走行	2020/1/1 4:00	2020/1/1 4:00	静岡県駿東郡長泉町元長窪	035.09.161	138.52.195																				
6	350483	0	0	6	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F502	走行	2020/1/1 4:01	2020/1/1 4:01	静岡県駿東郡長泉町東野	035.09.519	138.53.017																				
7	350483	0	0	7	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F501	走行	2020/1/1 4:01	2020/1/1 4:01	静岡県駿東郡長泉町東野	035.09.519	138.53.017																				
8	350483	0	0	8	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F503	走行	2020/1/1 4:06	2020/1/1 4:06	静岡県裾野市今里	035.13.134	138.53.331																				
9	350483	0	0	9	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F500	走行	2020/1/1 4:26	2020/1/1 4:26	神奈川県足柄上郡山北町山北	035.21.363	139.04.350																				
10	350483	0	0	10	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F501	走行	2020/1/1 4:36	2020/1/1 4:36	中井PA	035.20.260	139.12.231																				
11	350483	0	0	11	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 4:37	2020/1/1 4:37	中井PA	035.20.322	139.12.256																				
12	350483	0	0	12	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 4:37	2020/1/1 4:37	神奈川県足柄上郡中井町岩倉	035.20.378	139.12.265																				
13	350483	0	0	13	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F500	走行	2020/1/1 4:39	2020/1/1 4:39	神奈川県駿野市西大竹	035.21.079	139.14.371																				
14	350483	0	0	14	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F501	走行	2020/1/1 4:44	2020/1/1 4:44	神奈川県伊勢原市三ノ宮	035.23.471	139.17.254																				
15	350483	0	0	15	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F500	走行	2020/1/1 4:47	2020/1/1 4:47	神奈川県伊勢原市高森1丁目	035.24.431	139.19.321																				
16	350483	0	0	16	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F501	走行	2020/1/1 4:52	2020/1/1 4:52	神奈川県海老名市杉久保	035.25.201	139.23.385																				
17	350483	0	0	17	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F500	走行	2020/1/1 4:53	2020/1/1 4:53	神奈川県海老名市杉久保1丁目	035.25.273	139.23.526																				
7	350483	0	0	7	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A510	休憩	2020/1/1 4:58	2020/1/1 5:30	海老名SA	035.25.452	139.24.100	035.25.455	139.24.104					2		SA00000000024100											
18	350483	0	0	18	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F501	走行	2020/1/1 4:58	2020/1/1 4:58	海老名SA	035.25.452	139.24.100																				
19	350483	0	0	19	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 5:02	2020/1/1 5:02	海老名SA	035.25.452	139.24.100																				
8	350483	0	0	8	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A921	走行	2020/1/1 5:30	2020/1/1 5:50	海老名SA	035.25.455	139.24.104	035.35.284	139.34.347					2504		SA00000000024100											
20	350483	0	0	20	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 5:32	2020/1/1 5:32	神奈川県海老名市国分寺台2丁目	035.26.037	139.24.288																				
9	350483	0	0	9	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 5:50	2020/1/1 5:50	神奈川県川崎市宮前区南平台	035.35.284	139.34.347	035.35.297	139.34.362					5													
10	350483	0	0	10	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A921	走行	2020/1/1 5:50	2020/1/1 5:50	神奈川県川崎市宮前区南平台	035.35.297	139.34.362	035.41.083	139.46.053					2741													
11	350483	0	0	11	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 6:19	2020/1/1 6:20	東京都千代田区大手町1丁目9	035.41.083	139.46.053	035.41.077	139.46.027					13													
12	350483	0	0	12	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A411	降車	2020/1/1 6:20	2020/1/1 6:24	東京都千代田区大手町1丁目9	035.41.077	139.46.027	035.41.083	139.46.024					2													
13	350483	0	0	13	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 6:24	2020/1/1 6:30	東京都千代田区大手町1丁目9	035.41.083	139.46.024	035.41.166	139.45.400					136													
14	350483	0	0	14	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A921	走行	2020/1/1 6:30	2020/1/1 6:37	東京都千代田区一ツ橋1丁目1	035.41.166	139.45.400	035.43.312	139.43.190					650													
15	350483	0	0	15	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 6:37	2020/1/1 6:41	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.312	139.43.190	035.43.277	139.43.221					102													
16	350483	0	0	16	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A411	降車	2020/1/1 6:47	2020/1/1 6:47	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.277	139.43.221	035.43.280	139.43.234					1													
21	350483	0	0	21	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F505	走行	2020/1/1 6:46	2020/1/1 6:46	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.280	139.43.234																				
17	350483	0	0	17	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 6:47	2020/1/1 6:50	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.280	139.43.234	035.43.319	139.43.177					53													
18	350483	0	0	18	8000575	30180	0	無所属	0	3	2A921	走行	2020/1/1 6:50	2020/1/1 7:07	池袋サンシャインバスターミナル	035.43.319	139.43.177	035.38.359	139.49.405					1598													
22	350483	0	0	22	8000575	30180	0	無所属	0	3	2F505	走行	2020/1/1 6:51	2020/1/1 6:51	南池袋PA	035.43.070	139.43.350																				
19	350483	0	0	19	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A901	走行	2020/1/1 7:07	2020/1/1 7:15	東京都江東区新木場1丁目	035.38.359	139.49.405	035.38.262	139.49.527					241													
23	350483	0	0	23	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F500	走行	2020/1/1 7:08	2020/1/1 7:08	東京都江東区新木場1丁目	035.38.411	139.50.258																				
20	350483	0	0	20	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A570	その他	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527	035.38.262	139.49.527					0													
24	350483	0	0	24	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F501	走行	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527																				
25	350483	0	0	25	8000575	30180	0	無所属	0	1	2F505	走行	2020/1/1 7:15	2020/1/1 7:15	新木場車庫	035.38.262	139.49.527																				
21	350483	0	0	21	8000575	30180	0	無所属	0	1	2A210	到着																									

表 2-9(2) 集計用データベース作成結果の一例(2/2)

データフラグ (0:作業実績集計、 1:脱気検知)	作業開始 緯度 日本測地系(度)	作業開始 経度 日本測地系(度)	作業終了 緯度 日本測地系(度)	作業終了 経度 日本測地系(度)	作業開始 緯度 世界測地系(度)	作業開始 経度 世界測地系(度)	作業終了 緯度 世界測地系(度)	作業終了 経度 世界測地系(度)	高速道 トリップ No.	作業開始 マッチングフラグ (0:アンマッチ、1:マッチ)	作業 開始 路線名	作業 開始 方向	作業 開始 KP	作業 開始 距離距離(m)	作業終了 マッチングフラグ (0:アンマッチ、1:マッチ)	作業 終了 路線名	作業 終了 方向	作業 終了 KP	作業 終了 距離距離(m)
0	138.5216111	35.15963889	138.5216111	35.15963889	138.5216111	35.16291295	138.5185062	35.16291295	138.5185062										
0	35.15963889	138.5216111	35.15963889	138.5216111	35.16291295	138.5185062	35.16291295	138.5185062											
0	35.15963889	138.5216111	35.15963889	138.5216111	35.16291295	138.5185062	35.16291295	138.5185062											
1	35.15955556	138.5215833	35.15947222	138.5214167	35.16291295	138.5185062	35.1627463	138.5183118											
0	35.15947222	138.5214167	35.14652778	138.5234722	35.1627463	138.5183118	35.1498035	138.5203674											
1	35.15822222	138.5213611			35.16149645	138.5182563													
0	35.14652778	138.5234722	35.42922222	139.4027778	35.1498035	138.5203674	35.43248601	139.3995831	1		1新東名高速道路	上	101.11	371		1東名高速道路	上	31.31	91
1	35.18980556	138.6342222			35.19307928	138.6311071			1		1新東名高速道路	上	89.76	14					0
1	35.18980556	138.6342222			35.19307928	138.6311071			1		1新東名高速道路	上	89.76	14					0
1	35.15447222	138.8720833			35.15775562	138.8689458			1		1新東名高速道路	上	66.274	2					0
1	35.16441667	138.8838056			35.16769907	138.8806668			1		1新東名高速道路	上	64.724	4					0
1	35.16441667	138.8838056			35.16769907	138.8806668			1		1新東名高速道路	上	64.724	4					0
1	35.22038889	138.8925278			35.22366378	138.8893875			1		1新東名高速道路	上	58.304	17					0
1	35.36008333	139.0763889			35.36334533	139.0732232			1		1東名高速道路	上	66.737	3					0
1	35.34055556	139.2064167			35.34382498	139.2032388			1		1東名高速道路	上	53.437	14					0
1	35.34227778	139.2071111			35.345547	139.2039332			1		1東名高速道路	上	53.228	13					0
1	35.34383333	139.2073611			35.34710238	139.2041832			1		1東名高速道路	上	53.054	15					0
1	35.35219444	139.2436389			35.35546375	139.240458			1		1東名高速道路	上	49.39	0					0
1	35.39641667	139.2903889			35.39968125	139.2872038			1		1東名高速道路	上	42.77	3					0
1	35.41197222	139.3255833			35.41523604	139.3223946			1		1東名高速道路	上	39.037	0					0
1	35.42225	139.3940278			35.42551437	139.3908333			1		1東名高速道路	上	32.447	10					0
1	35.42425	139.3979444			35.42751425	139.3947499			1		1東名高速道路	上	32.026	8					0
0	35.42922222	139.4027778	35.42930556	139.4028889	35.43248601	139.3995831	35.43256934	139.3996942	2		1東名高速道路	上	31.31	91		1東名高速道路	上	31.29	89
1	35.42922222	139.4027778			35.43248601	139.3995831			2		1東名高速道路	上	31.31	91					0
1	35.42922222	139.4027778			35.43248601	139.3995831			2		1東名高速道路	上	31.31	91					0
0	35.42930556	139.4028889	35.59122222	139.5763056	35.43256934	139.3996942	35.59446739	139.5730939	3		1東名高速道路	上	31.29	89		1東名高速道路	上	6.639	21
1	35.43436111	139.408			35.43762441	139.404805			3		1東名高速道路	上	30.563	3					0
0	35.59122222	139.5763056	35.59158333	139.5767222	35.59446739	139.5730939	35.59482846	139.5735105											
0	35.59158333	139.5767222	35.68563889	139.7681389	35.59482846	139.5735105	35.68887538	139.7649052	4		1東名高速道路	上	6.58	20					0
0	35.68563889	139.7681389	35.68547222	139.7674167	35.68887538	139.7649052	35.68870871	139.764183											
0	35.68547222	139.7674167	35.68563889	139.7673333	35.68870871	139.764183	35.68887536	139.7640997											
0	35.68563889	139.7673333	35.68794444	139.7611111	35.68887536	139.7640997	35.69118049	139.7578778											
0	35.68794444	139.7611111	35.72533333	139.7219444	35.69118049	139.7578778	35.72856422	139.718713	5	0									0
0	35.72533333	139.7219444	35.72436111	139.7228056	35.72856422	139.718713	35.72759213	139.7195741											
0	35.72436111	139.7228056	35.72444444	139.7231667	35.72759213	139.7195741	35.72767546	139.7199352											
1	35.72444444	139.7231667			35.72767546	139.7199352													
0	35.72444444	139.7231667	35.72552778	139.7215833	35.72767546	139.7199352	35.72875863	139.7183519											
0	35.72552778	139.7215833	35.64330556	139.8279167	35.72875863	139.7183519	35.64654827	139.824679	6	0									0
1	35.71861111	139.7263889			35.72184288	139.7231573			6	0									0
0	35.64330556	139.8279167	35.64061111	139.8313056	35.64654827	139.824679	35.64385425	139.8280678											
1	35.64475	139.8405			35.64799289	139.8372613													
0	35.64061111	139.8313056	35.64061111	139.8313056	35.64385425	139.8280678	35.64385425	139.8280678											
1	35.64061111	139.8313056			35.64385425	139.8280678													
1	35.64061111	139.8313056			35.64385425	139.8280678													
0	35.64061111	139.8313056	35.64061111	139.8313056	35.64385425	139.8280678	35.64385425	139.8280678											
0	35.64061111	139.8313056	35.64061111	139.8313056	35.64385425	139.8280678	35.64385425	139.8280678											
0	35.15961111	138.5215	35.15961111	138.5215	35.16288517	138.5183951	35.16288517	138.5183951											
0	35.15961111	138.5215	35.15961111	138.5215	35.16288517	138.5183951	35.16288517	138.5183951											
0	35.15961111	138.5215	35.15944444	138.5213056	35.16288517	138.5183951	35.16271852	138.5182007											
0	35.15944444	138.5213056	35.14652778	138.5233889	35.16271852	138.5182007	35.1498035	138.5202841											
0	35.14652778	138.5233889	35.42891667	139.4026667	35.1498035	138.5202841	35.43218049	139.399472	1		1新東名高速道路	上	101.12	376		1東名高速道路	上	31.34	79
0	35.42891667	139.4026667	35.42891667	139.4026667	35.43218049	139.399472	35.43218049	139.399472	2		1東名高速道路	上	31.34	79		1東名高速道路	上	31.34	79
0	35.42891667	139.4026667	35.42908333	139.4027778	35.43218049	139.399472	35.43234714	139.3995831	3		1東名高速道路	上	31.34	79		1東名高速道路	上	31.32	82
0	35.42908333	139.4027778	35.59108333	139.5763889	35.43234714	139.3995831	35.59432852	139.5731772	4		1東名高速道路	上	31.32	82		1東名高速道路	上	6.642	5
0	35.59108333	139.5763889	35.62377778	139.6316944	35.59432852	139.5731772	35.62701822	139.6284746											
0	35.62377778	139.6316944	35.72552778	139.722	35.62701822	139.6284746	35.72875864	139.7187686	5		1東名高速道路	上	0	199					
0	35.72552778	139.722	35.72594444	139.7213333	35.72875864	139.7187686	35.72917525	139.7181019											
0	35.72594444	139.7213333	35.72494444	139.7236111	35.72917525	139.7181019	35.72817542	139.7203796											
0	35.72494444	139.7236111	35.72494444	139.7236111	35.72817542	139.7203796	35.72817542	139.7203796											
0	35.72494444	139.7236111	35.72494444	139.7236111	35.72817542	139.7203796	35.72817542	139.7203796											
0	35.72494444	139.7236111	35.72494444	139.7236111	35.72817542	139.7203796	35.72817542	139.7203796											
0	35.72494444	139.7236111	35.72577778	139.7221667	35.72817542	139.7203796	35.72900862	139.7189352											
0	35.72577778	139.7221667	35.68491667	139.69425	35.72900862	139.7189352	35.68815138	139.6910226	6	0									
0	35.68491667	139.69425	35.68561111	139.7051111	35.68815138	139.6910226	35.68884602	139.7018827											
0	35.68561111	139.7051111	35.68475	139.7029167	35.68884602	139.7018827	35.68798496	139.6996885											
0	35.68475	139.7029167	35.68466667	139.7028333	35.68798496	139.6996885	35.68790163	139.6996052											
0	35.68466667	139.7028333	35.67252778	139.6909722	35.68790163	139.6996052	35.67576383	139.6877456											
0	35.67252778	139.6909722	35.64469444	139.8403056	35.67576383	139.6877456	35.64793733	139.8370669	7	0									
0	35.64469444	139.8403056	35.62952778	139.8797778	35.64793733														

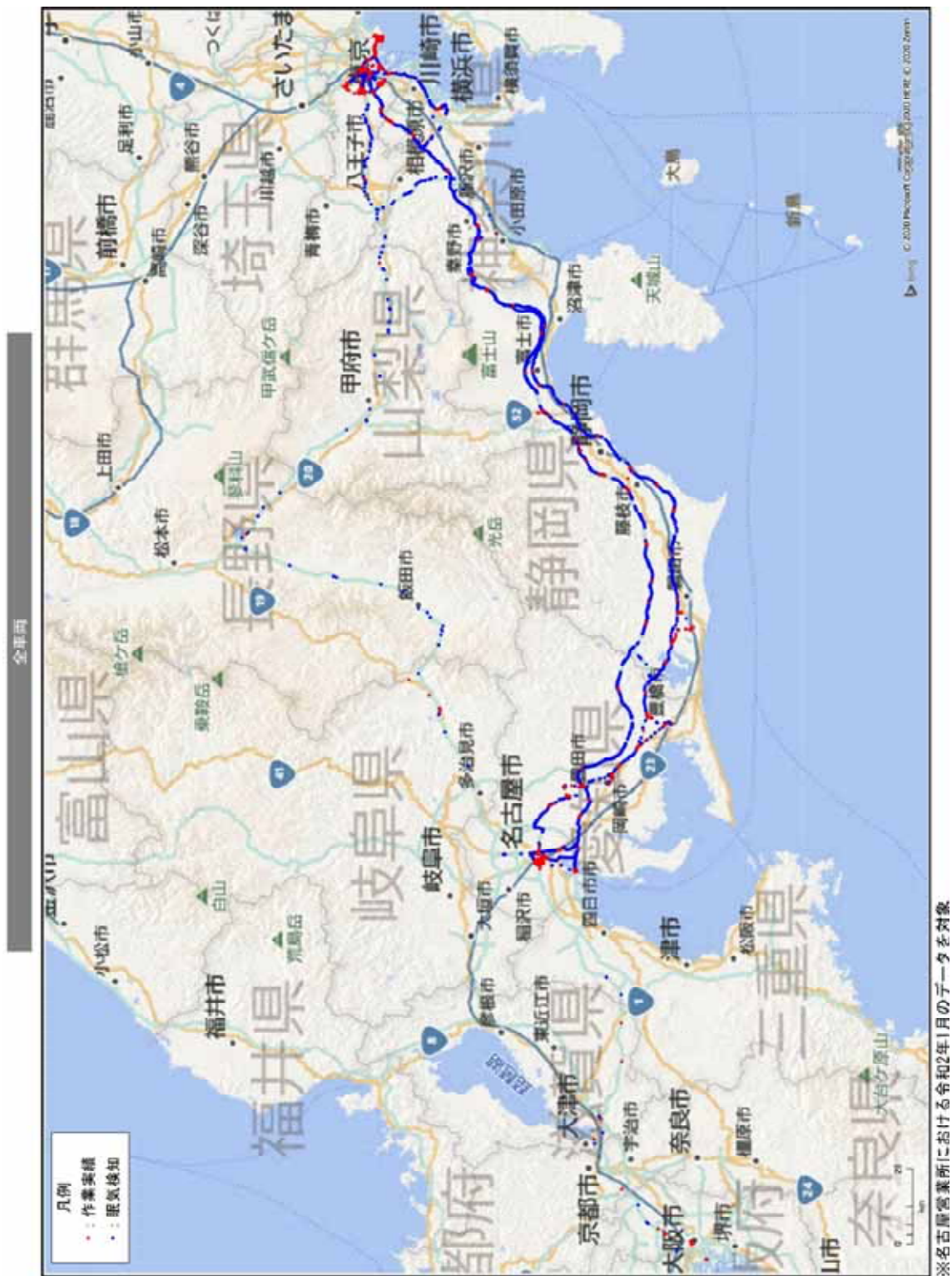
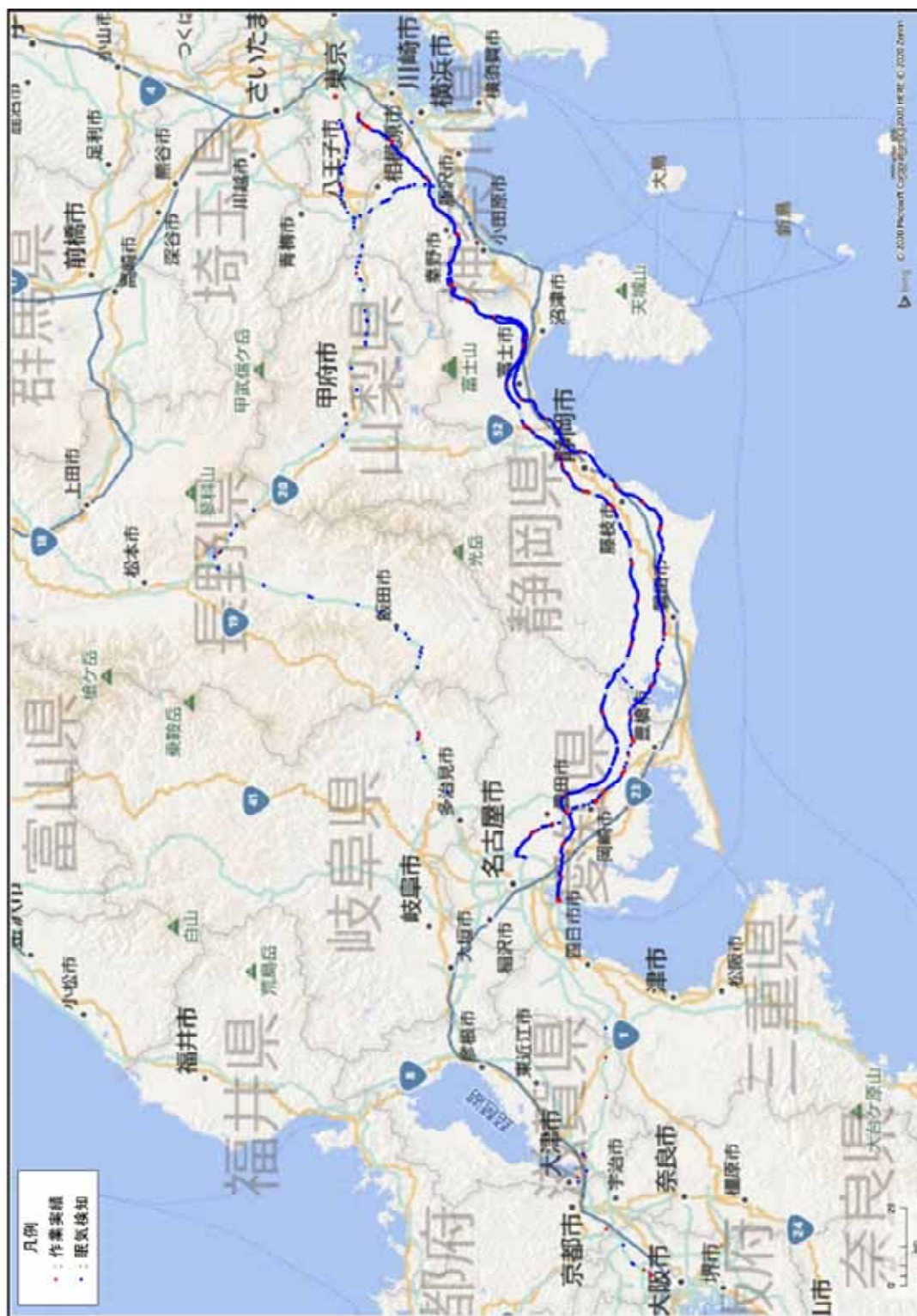


図 2-5(1) レコードプロット状況(全車両)



※名古屋営業所における令和2年1月のデータを対象

図 2-5(2) レコードプロット状況(マッチング車両)

第3章 眠気検知等ログデータを用いた 居眠り運転防止対策検討

3-1 居眠り運転防止対策検討の整理概要

本委員会では、眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討のため、倉内委員長にウェアラブルセンサーを装着した高速バスドライバーの実運行データによる運転時の眠気特性を分析していただいた。本章では、この分析結果を研究成果として掲載した。

3-2 居眠り運転防止対策検討に資する成果

眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討の成果を図 3-1(1)～(8)に示す。

本成果は、作成した眠気検知等ログデータを用いることで、現状では課題があるものの、居眠り運転防止対策の検討に資することが可能であることを確認したものである。

ウェアラブルセンサーを装着した 高速バスドライバーの実運行 データによる運転時の眠気特性

愛媛大学大学院

倉内 慎也

kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

運転時の眠気への影響要因

2

高速道路における事故の大半を占める
眠気起因の漫然運転が生ずるメカニズムの解明
⇒防止策の検討

道路 構造

- ・ 曲線半径
- ・ 直線距離 など

(奥本ら, 2009)

走行 履歴

- ・ 走行時間
- ・ 休憩時間 など

(北島ら, 1997)

交通 状態

- ・ 交通量
- ・ 混雑度 など

(山越ら, 2005)

走行 環境

- ・ 車外(外気温, 日照量, 降雨量)
- ・ 車内(車内温度, オーディオ)など

(大久保, 1985)

ドライ バー

- ・ 睡眠時間
- ・ 運転歴 など

(北島ら, 1997)

図 3-1(1) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果(1/8)

研究の目的

3

高速道路における事故の大半を占める**眠気起因の漫然運転が生ずるメカニズム**の解明

- 実験的アプローチ（DS実験・実走行実験）が主流
 - ✓ **影響要因（分析対象/非対象要因）の制御**により、精緻な分析が可能
 - ✓ **分析対象とする運転環境が限定的**、被験者が少数
 - ✓ **実現現象再現性の問題**
- 近年では、**生体観測デバイスによる眠気の常時モニタリング**が実用化

眠気を検知するウェアラブルセンサーの装着が義務付けられている高速バス会社の**実運行下でのデータ**を活用

- **運転中の眠気特性の把握**
- **各種データの援用による眠気への影響要因の把握**

データ概要

4

某高速バス会社の実運行時データ

- プロドライバー（48人）
- 期間：2020年1月1日～2月1日
- 作業実績集計データ（出発/到着、走行、休憩などのイベント）と眠気検知データ
 - ✓ **運行イベントや眠気予兆/検知の開始/終了時点の時刻と位置座標データ**
- **覚醒時の位置座標や詳細な覚醒度データはなし**



データ取得機器：FEELytm（脈波）

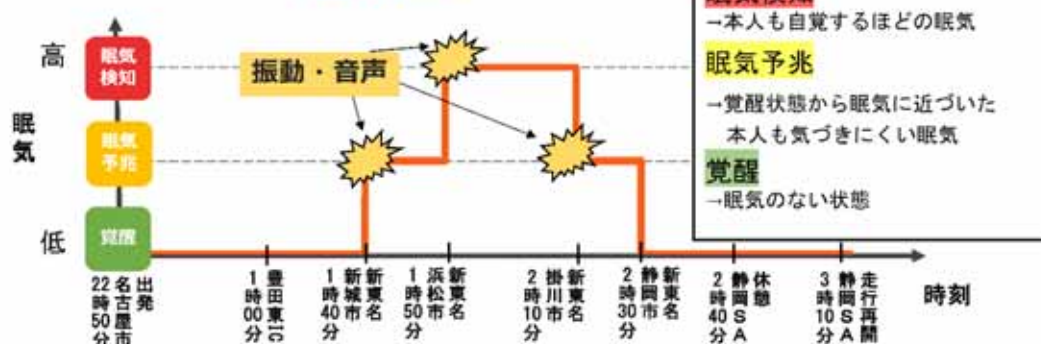
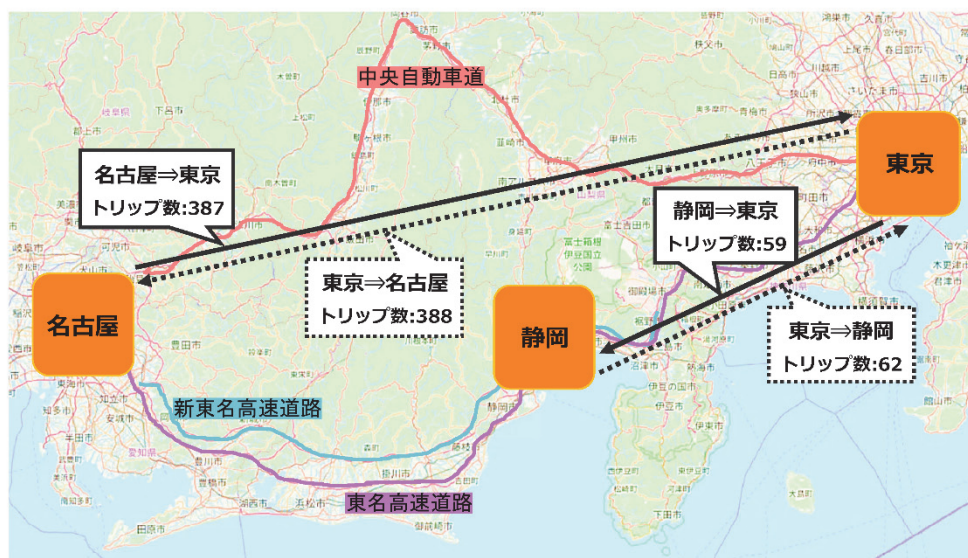


図 3-1 (2) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (2/8)

分析対象

5

- 924運行データのうち、名古屋⇄東京、静岡⇄東京の896トリップ（運行）を対象



眠気検知箇所の空間分布

6



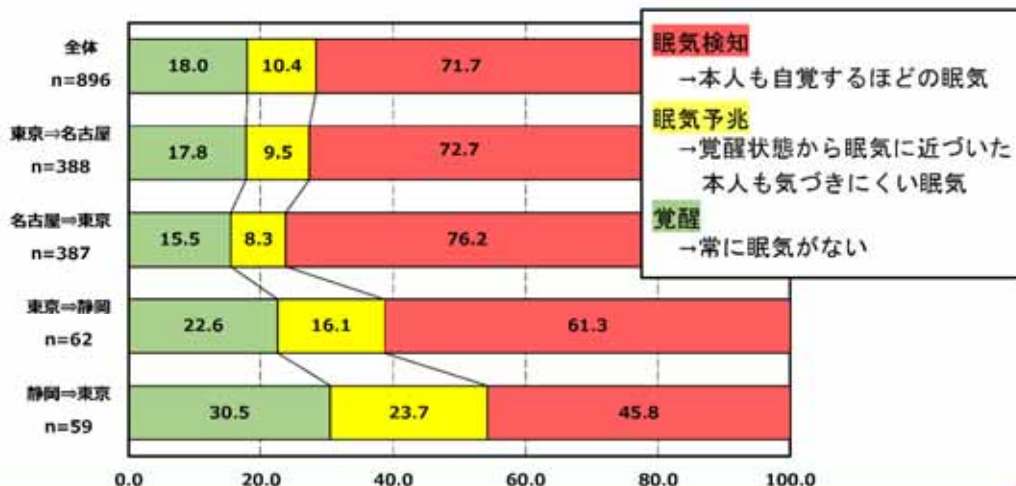
- 高速道路のいたる地点で眠気が観測

6

図 3-1 (3) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (3/8)

運行中の眠気の有無

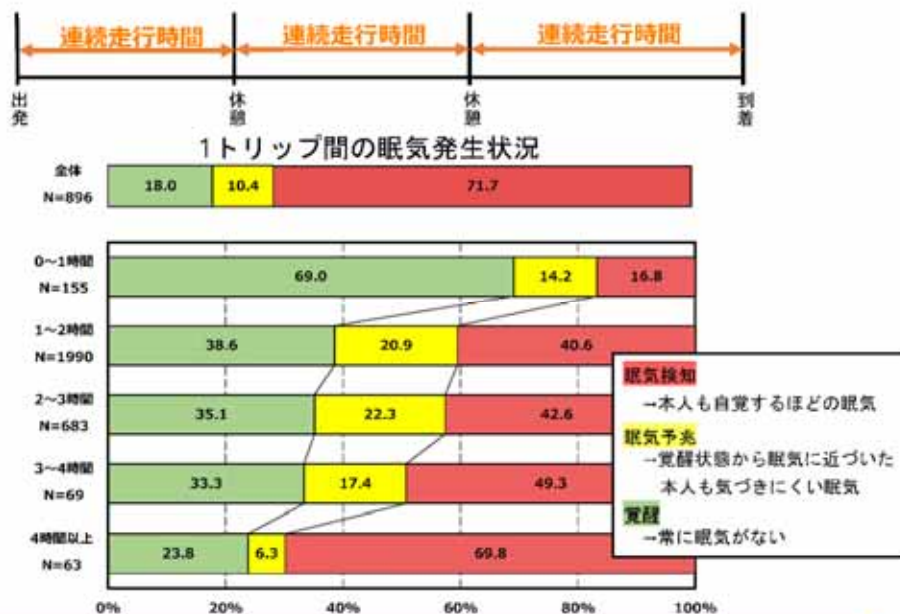
7



- 運行中に少なくとも1回眠気検知したトリップが全体で7割強。終始覚醒状態のトリップは2割弱。
- OD間距離が延びれば眠気検知の割合も増加
- 静岡⇒東京よりも東京⇒静岡のほうが眠気検知割合がやや高い
✓ 交通量や運転操作量が影響？

連続走行時間別の眠気発生状況

8



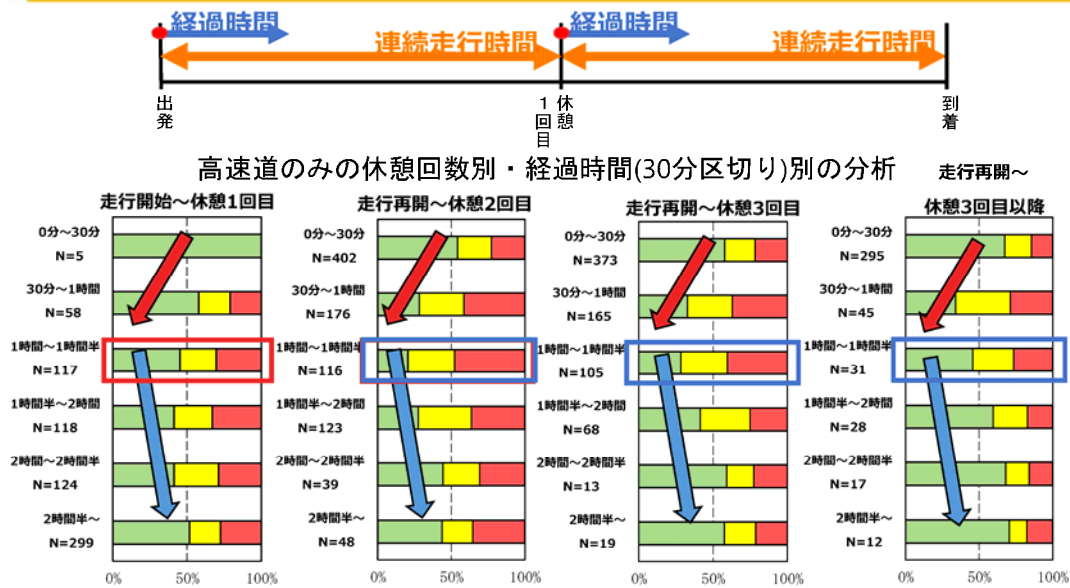
- 連続走行時間が長くなるにつれて眠気検知が単調増加。覚醒は単調減少

図 3-1 (4) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (4/8)

経過時間別の眠気発生状況

覚醒, 眠気予兆, 眠気検知

9



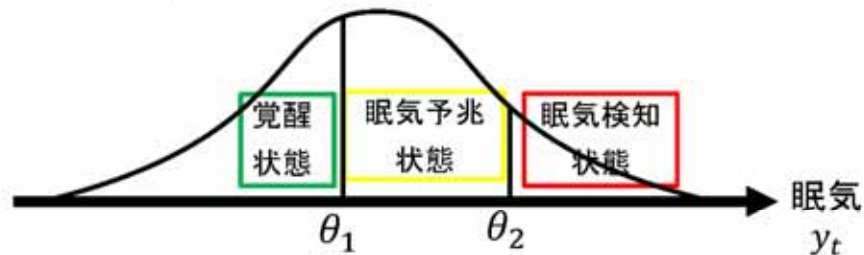
- 経過時間の増加に応じて覚醒の割合が単調減少するわけではなく、1時間半をピークにやや回復傾向
- 走行再開後30分以内でも3～5割程度に眠気

眠気への影響要因のモデル分析

10

◆時系列オーダード・レスポンス・プロビットモデル

$$y_t = \alpha y_{t-1} + X\beta + Z\gamma + W\delta + \varepsilon_t$$



- ✓ $\varepsilon_t = \tau\varepsilon_{t-1} + v_t$: 誤差項 (系列相関を考慮)
- ✓ X : 状態変数 (現在時刻, 走行中の道路構造, 平均走行速度, 降雨の有無, など)
- ✓ Z : 運転履歴変数 (出発後/休憩終了後からの経過時間, これまで走行した道路の構造, など)
- ✓ W : 要因間の交互作用

5分間隔での眠気状態を被説明変数としてモデル化

図 3-1 (5) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (5/8)

交互作用を考慮した要因

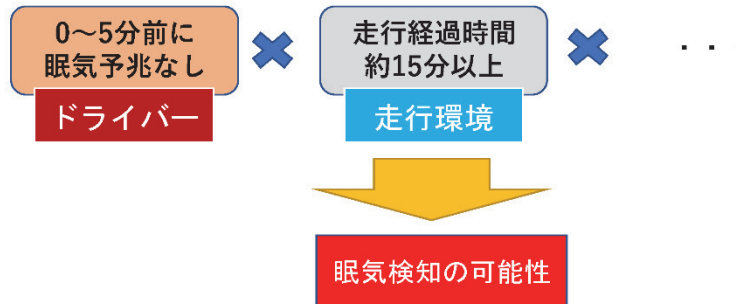
11

- 交互作用の考慮（影響要因の組み合わせ）

問題点：要因間の組み合わせは無数にある



決定木の援用（山本，2004）



- 決定木を適用
- 抽出されたif-thenルールを説明変数として用いる

推定結果

**p<0.01 *p<0.05 †<0.10 12

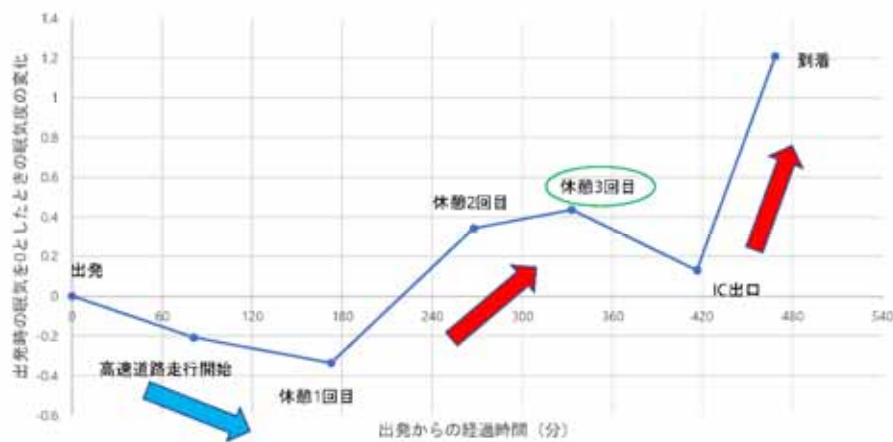
	説明変数	推定値
走行環境	出発から高速乗るまでに走行経過時間	-0.209**
走行環境	高速道路走行後の経過時間	-0.336**
走行環境	休憩一回目以降*走行経過時間	0.342**
走行環境	休憩2回目以降*走行経過時間	0.437**
走行環境	休憩3回目以降*走行経過時間	0.130**
走行環境	インター降りてから目的地までの走行経過時間	1.208**
ドライバー	0～5分前に眠気予兆	1.285**
ドライバー	0～5分前に眠気検知	-3.729**
ドライバー	5～10分前に眠気予兆	0.572**
ドライバー	5～10分前に眠気検知	0.403**
道路構造	高速道路での直線道累計走行距離	0.087**
道路構造	高速道路でのカーブ(R<=3000m)累計走行回数	0.101**
適合度	0.889	

推定値：+・・・眠気を感じやすい -・・・眠気を感じにくい

図 3-1 (6) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (6/8)

推定結果

**p<0.01 *p<0.05 †<0.10 13



推定結果

**p<0.01 *p<0.05 †<0.10 14

	説明変数	推定値
道路構造	一般道路ダミー	-1.120**
道路構造	カーブ・クロソイドの半径の影響	-2.165**
走行環境	降水ダミー	-0.217*
走行環境	走行時刻3時台	-0.721**
走行環境	走行時刻21時台	-0.243**
交通状態	平均走行速度 0～60 (km/時)	1.054**
交通状態	平均走行速度 60～80 (km/時)	0.505**
走行環境	走行中 かつ 0～5分前に眠気予兆なし かつ 走行経過時間約15分以上 かつ 0～5分前に眠気検知あり	2.884**
走行環境	走行中 かつ 0～5分前に眠気予兆なし かつ 走行経過時間約15分以上 かつ 0～5分前に眠気検知なし かつ 走行時刻帯 3時台	1.255**

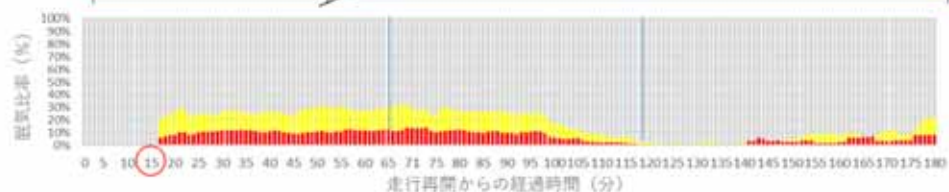


図 3-1 (7) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (7/8)

今後の分析

15

道路 構造

- ・ 曲線半径
 - ・ 直線距離 など
- (奥本ら, 2009)

走行 履歴

- ・ 走行時間
 - ・ 休憩時間 など
- (北島ら, 1997)

交通 状態

- ・ 交通量
 - ・ 混雑度 など
- (山越ら, 2005)

走行 環境

- ・ 車外(外気温, 日照量, 降雨量)
 - ・ 車内(車内温度, オーディオ)など
- (大久保, 1985)

平均走行速度データで代用
⇒交通量データの援用

ドライ バー

- ・ 睡眠時間
 - ・ 運転歴 など
- (北島ら, 1997)

ドライバーIDを活
用し勤務形態など
を考慮

課題

16

- 眠気が生ずるメカニズムの解明・分析アプローチ
 - ✓ 道路構造・天候・交通量データ等を援用することにより,
眠気への影響要因を網羅的に分析できる
 - ✓ 要因間の高次元の交互作用をいかに抽出するか
 - ・ 先験的知識に基づく分析は限界(推定コスト・知識)
 - ・ 機械学習系モデル
DTによるルール抽出, NN+XAI...
 - ✓ 眠気の周期性?をどのように考慮
- 分析結果の活用方法
 - ✓ 意識啓発, 運行計画や制度への提言
 - ✓ 対策効果の評価(開発モデルによる事前評価, データによる事後評価)
 - ✓ 既存の路線構造を考慮した追加対策の検討?

図 3-1 (8) 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討に資する成果 (8/8)

【第 IV 編】

ドライビングシミュレータを活用した研究

第 1 章 研究概要

1-1 研究目的

効果的な居眠り運転防止対策案を検討・提案することを目的に、ドライビングシミュレータ(以降、「DS」という)を用いた実験・研究を行った。具体的には、運転中に視覚刺激や聴覚刺激、会話を行い眠気度に対する影響(ヴィジランスへの影響)を分析した。また、ADHD 傾向有無別に実験参加者を区分することで個人差の影響も別途分析した。

1-2 研究概要

- 1) 視覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析
- 2) 聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析
- 3) 会話等を用いた眠気度抑制効果の分析
- 4) 個人差の分析

1-3 研究内容

1-3-1 視覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析

視覚情報等を用いた眠気度抑制効果を研究するため、DS を用いた実験において、運転中の実験参加者をスポットライトで照射すること等で視覚を刺激した。また、同刺激による影響を主観的な眠気度の申告や簡易脳波計を用いてデータを取得し、分析した。

1-3-2 聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析

聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果を研究するため、DS を用いた実験において、運転中の実験参加者に様々な音声や音楽を聴かせることで聴覚を刺激した。また、同刺激による影響を主観的な眠気度の申告や簡易脳波計を用いてデータを取得し、分析した。

1-3-3 会話等を用いた眠気度抑制効果の分析

会話等を用いた眠気度抑制効果を研究するため、DS を用いた実験において、運転中の実験参加者と実験補助員が様々な会話を行うことで眠気抑制を期待した。また、会話による影響を主観的な眠気度の申告や簡易脳波計を用いてデータを取得し、分析した。

1-3-4 個人差の分析

運転者の不注意傾向や衝動性の個人差と運転挙動の関係を研究するため、DS を用いた実験において、ADHD 傾向の程度で群分けし、ステアリングやアクセル踏込量、パイロン選択反応時間等について比較検討した。また、主観的な眠気度の申告や簡易脳波計、実験参加者の目線等を用いてデータを取得し、運転者の不注意傾向や衝動性の個人差との関係を分析した。

※DS を用いた実験は、各大学の研究倫理審査委員会による審査を通したうえで実施した

第 2 章 視覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析

2-1 視覚情報等を用いた分析の整理概要

本委員会では、視覚情報等を用いた眠気度抑制効果の把握および居眠り運転防止対策検討のため、倉内委員長・白柳委員に高速道路走行時の漫然状態に対する注意の解放効果を分析していただいた。本章では、この分析結果を研究成果として掲載した。

2-2 視覚情報等を用いた分析の成果

視覚情報を用いた分析の成果を図 2-1(1)～(6)に示す。

本成果は、視覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析を行ったものである。

高速道路走行時の漫然状態に対する 注意の解放効果分析

白柳 洋俊¹・倉内 慎也¹・林 信吾²

¹ 愛媛大学大学院理工学研究科

² 元愛媛大学、現(一社)システム科学研究所

研究の着眼点

1

●漫然状態の定義

- 漫然状態下では、眠気度が高くなる
異常に対する反応が遅くなる

●漫然状態のメカニズムとアイデア

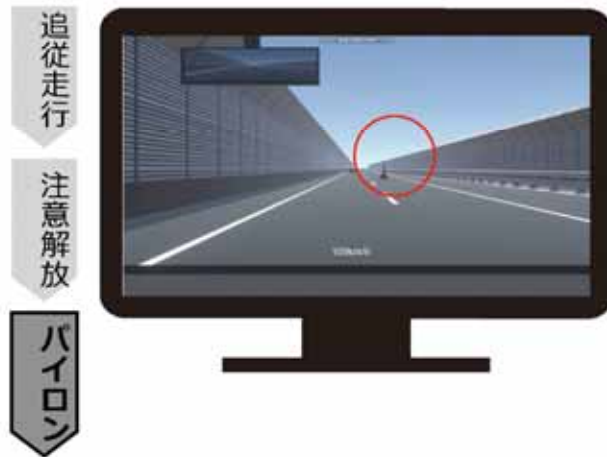
- 運転中に単調な環境に注意を向け続けることで慣れる(ヴィジランス低下)
- 慣れによって、神経経路への入力が減り眠気が増す
異常に対する反応が遅くなる
- 運転中に、一時的に注意を解放することで漫然状態が改善するのでは？

図 2-1 (1) 視覚情報を用いた分析の成果 (1/6)

実験概要

2

- 二重課題：前方車両の追従走行とパイロンへの反応
- 反応時間：不定期にパイロンを出現させ、その反応時間を計測
- 眠気度：簡易脳波計により、1秒毎の眠気度を計測する



実験方法

3

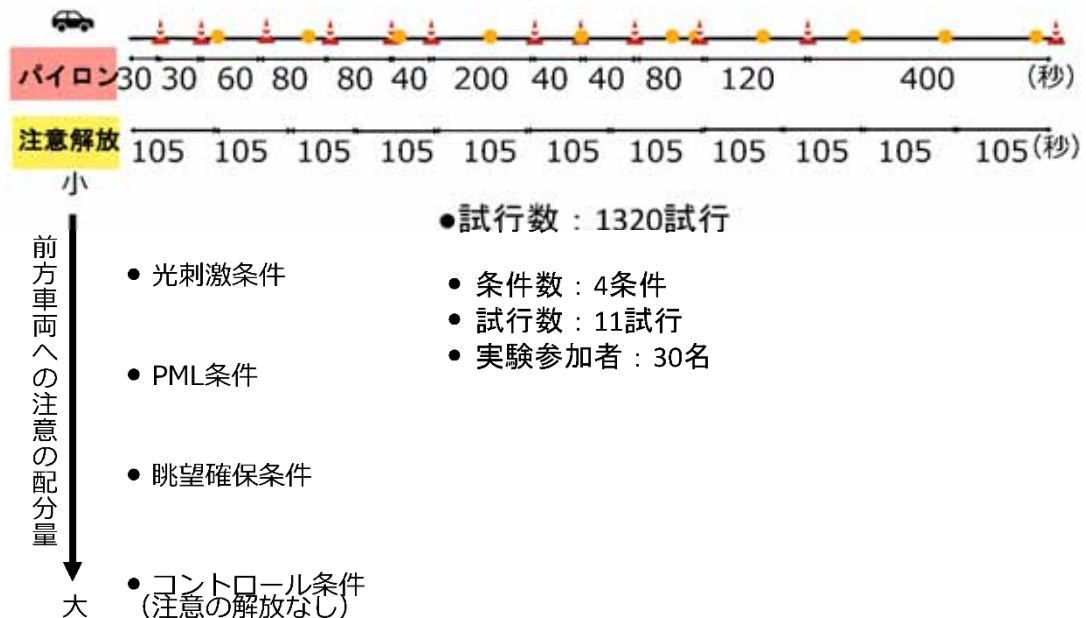


図 2-1 (2) 視覚情報を用いた分析の成果 (2/6)

分析方法 | 反応時間

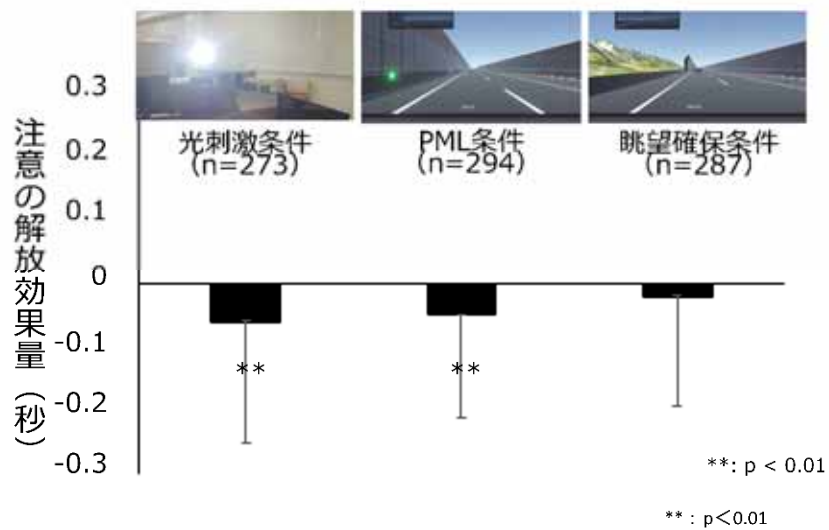
4

●注意の解放効果量の算出方法



結果 | 反応時間

5



- ・光刺激条件及びPML条件では、
注意の解放によりパイロンへの反応が早くなる

図 2-1 (3) 視覚情報を用いた分析の成果 (3/6)

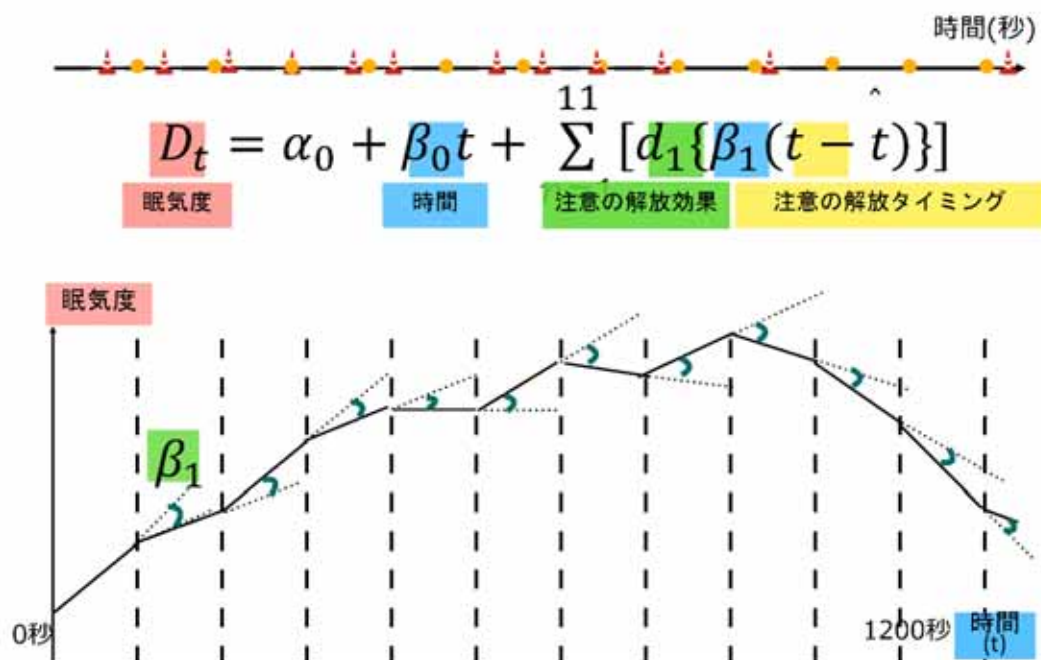
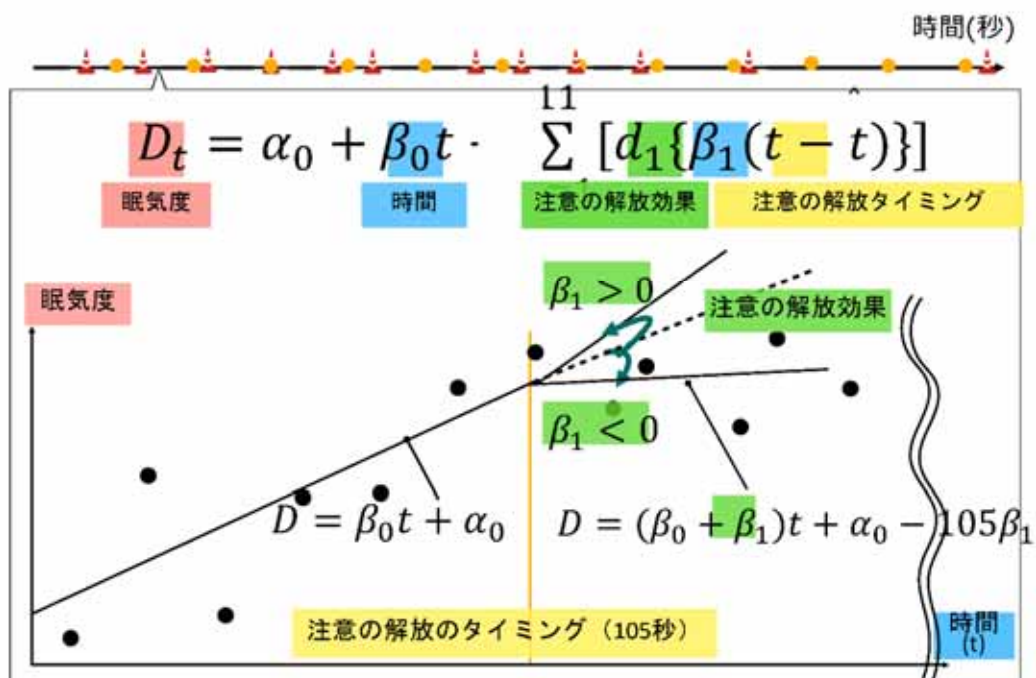


図 2-1 (4) 視覚情報を用いた分析の成果 (4/6)

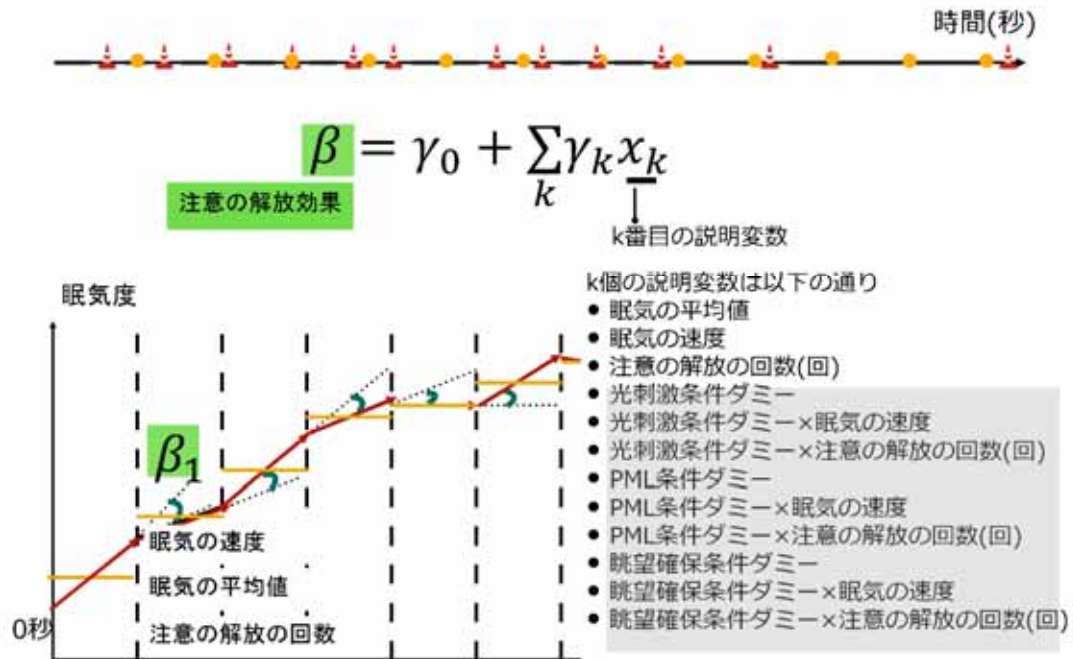


図 2-1 (5) 視覚情報を用いた分析の成果 (5/6)

- 注意の解放が異常に対する反応を早める？

- ・ 光刺激条件とPML条件で、異常に対する反応が早まる。

- 注意の解放が眠気度の上昇を軽減する？

- ・ 光刺激条件と眺望確保条件で、眠気度の上昇が抑えられた。
- ・ 注意の解放を繰り返すと上記の効果が低減する。

- 課題

- ・ 光刺激が持つ安全運転に対する阻害要因を検討する必要がある。
特に、光刺激の強さについてはさらなる検討が必要だと考える。

第 3 章 聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析

3-1 聴覚情報を用いた分析の整理概要

本委員会では、聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果の把握および居眠り運転防止対策検討のため、塩見委員に音響刺激による高速道路運転時の漫然運転対策効果を分析していた。本章では、この分析結果を研究成果として掲載した。

3-2 聴覚情報を用いた分析の成果

聴覚情報を用いた分析の成果を図 3-1(1)～(14)に示す。

本成果は、聴覚情報等を用いた眠気度抑制効果の分析を行ったものである。

音響刺激による高速道路運転時の 漫然運転対策効果

立命館大学 ZOU TINGJIAN
立命館大学 塩見 康博

1

1 研究背景

■ 漫然運転とは？

運転者の集中力や注意力が低下した状態で運転すること

- 原因-長時間の運転、単純な走行環境、睡眠不足等

■ 漫然運転の現状

令和3年中の高速道路における交通事故の発生件数**4863件**

- 前方不注意が原因で発生した事故**42.9%**

※令和4年交通安全白書（全文）- 内閣府 (cao.go.jp)



高速道路交通事故の中、漫然運転が高い比率に占めている



漫然運転の防止・注意喚起対策を促す必要性が高い

2

図 3-1 (1) 聴覚情報を用いた分析の成果 (1/14)

2 研究目的・方法

既存研究

光刺激条件において注意の解放により眠気の進行を抑制する効果が認められた(林ら,2022)

⇒ 光刺激と比べて運転への支障が少ない音響刺激による、覚醒維持効果への有効性は？



目的

音響刺激が運転者の眠気緩和したり予防する効果を検証すること

研究方法

感性アナライザー及びドライビングシミュレータ(DS)を用いた室内実験に基づく検証



眠気や運転パフォーマンス等の指標を計測



音響刺激の介入前後、高速道路走行時の馴化に対する注意の解放効果への推定



感性アナライザー



ドライビングシミュレータ(DS)

3

3 仮説

音響刺激条件

⑧	Control	Monotone	Verbal	Emotional
		🔊	🔊	🔊

仮説

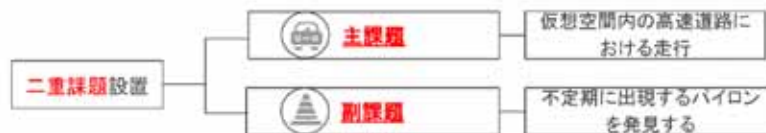
- 音響刺激によって、最初は一定の回復効果が見られるが、繰り返すごとに低減する。
- 機械サイン音や言語メッセージ音より、情動サイン音を音響刺激として与えた場合、覚醒維持効果は比較的に大きく、長く持続する効果が得られる。

4

図 3-1 (2) 聴覚情報を用いた分析の成果 (2/14)

4 実験内容

- 感性アナライザーを装着しながらDSを用いた室内実験を行う



- 4種類の音響特性をランダムな順番に変えて合計4セットの実験を行う(1セット20分)
- ※音響刺激は105秒間隔で各9秒間付与
- 各セットの実験終了後に、主観的な眠気計測のためのアンケートを実施する

5

4 実験内容

主課題

課題設定:

ゲーム開発エンジンUnityで仮想空間内の高速道路第1走行車線において前方の車両との車間距離を保ちながら追従する課題

※前車の速度は60km/hまたは100km/hで一定の速度で走行するように設定されている



6

図 3-1 (3) 聴覚情報を用いた分析の成果 (3/14)

4 実験内容

副課題

課題設定:

ゲーム開発エンジンUnityで道路上の第2車線に突発的に現れるパイロンを見つける課題

パイロン出現したら、直ちにステアリング上の「○」ボタンを押す。
⇒被験者の反応(ボタン押す)時刻を記録

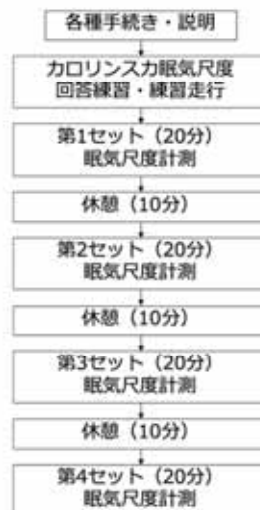
※パイロンは、実験開始後不規則な間隔で出現するように設定されている
(30, 30, 60, 80, 80, 40, 200, 40, 40, 80, 120, 400秒)



7

4 実験内容

実験フロー



8

図 3-1 (4) 聴覚情報を用いた分析の成果 (4/14)

5 計測項目

①—主観的眠気

➤ アンケート調査による主観的な眠気計測

1 = extremely alert :	非常にはっきり目が覚めている
2	
3 = alert :	覚めている
4	
5 = neither alert nor sleepy :	どちらでもない
6	
7 = sleepy, but no difficulty remaining awake :	眠い
8	
9 = extremely sleepy, fighting sleep :	とても眠い、眠気と戦っている

1～9の9段階で主観的に
評価する

②—反応時間

➤ 副課題におけるパイロンを発見する課題に対して、
パイロン出現時刻と反応時刻(「○」ボタンを押す)の差分により算出する

9

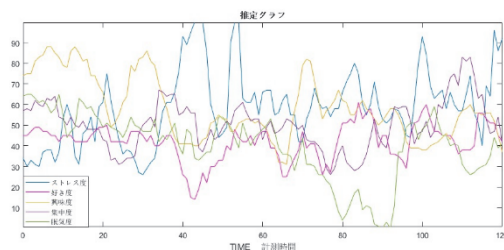
5 計測項目

③—運転挙動

➤ 主課題における自動車の走行に対して、
アクセル・ブレーキ踏み込み量、ステアリング操作量(操作挙動)、車両の速度・加速度(車両挙動)

④—感性

➤ 走行中で装着した感性アナライザーによる計測



- 好き度 (Like)
- 興味度 (Interest)
- 集中度 (Concentration)
- ストレス度 (Stress)
- 眠気度 (Drowsiness)

10

図 3-1 (5) 聴覚情報を用いた分析の成果 (5/14)

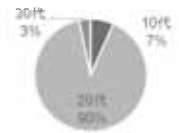
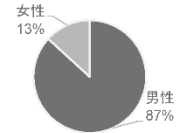
6 実験概要

- 実施日時: 第1期 2023/7/18～2023/8/3, 第2期 2023/10/6～2023/10/24
- 実施時間帯: 第1枠 10:00～12:00, 第2枠 15:00～17:00
- 被験者数: 第1期 15名, 第2期 15名
- 備考

- 月に1回以上, 運転する者のみを実験対象
- 実験に関わる事前の指示
 - 実験の前日には、6時間以上の睡眠を取ること
 - 当日はカフェイン・アルコール・ニコチンの摂取を控えること



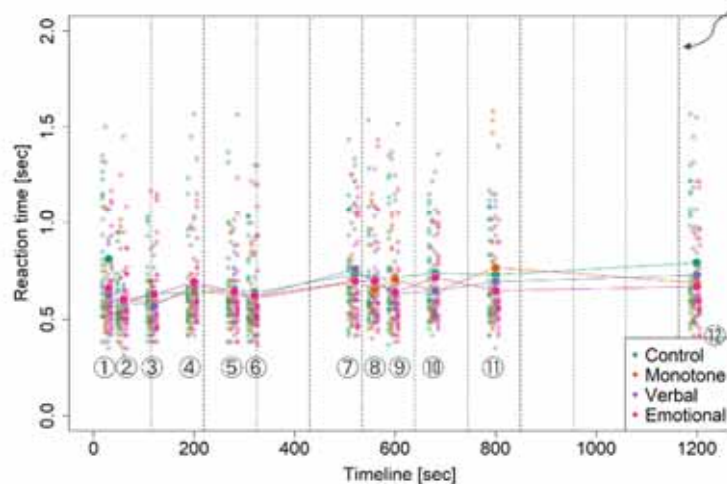
走行音込みで70dB程度



7 反応時間

試行ごとの反応時間の分布 (3σ以上は外れ値として除去)

音響刺激のタイミング

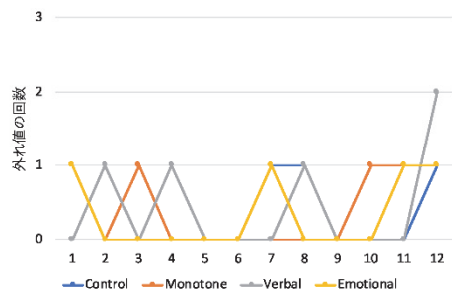


12

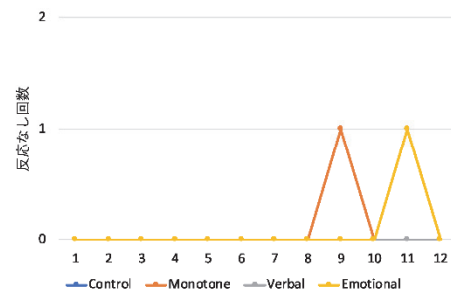
図 3-1 (6) 聴覚情報を用いた分析の成果 (6/14)

7 反応時間

外れ値回数



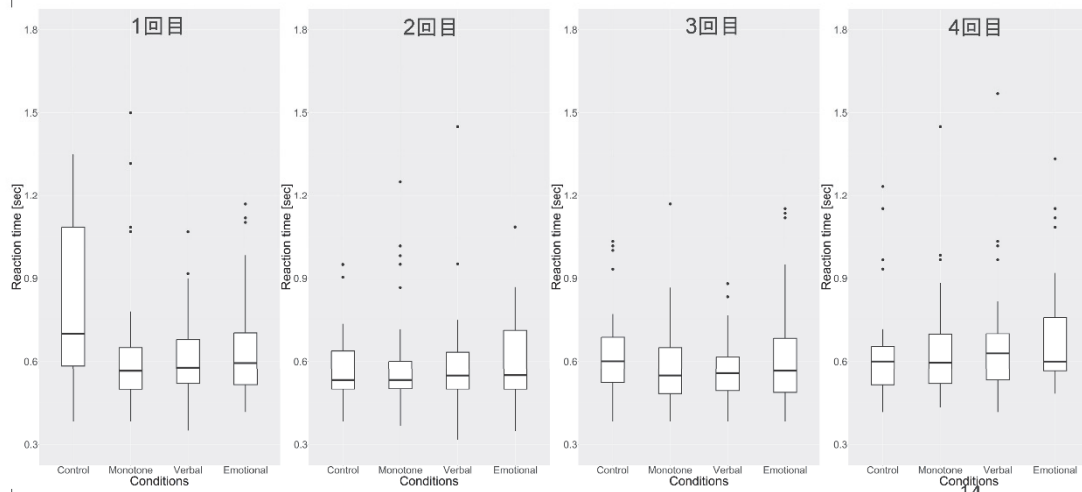
見落とし回数



13

7 反応時間

副課題試行ごとの条件間の差異 (Tukeyの多重比較): 1回目以外有意差なし

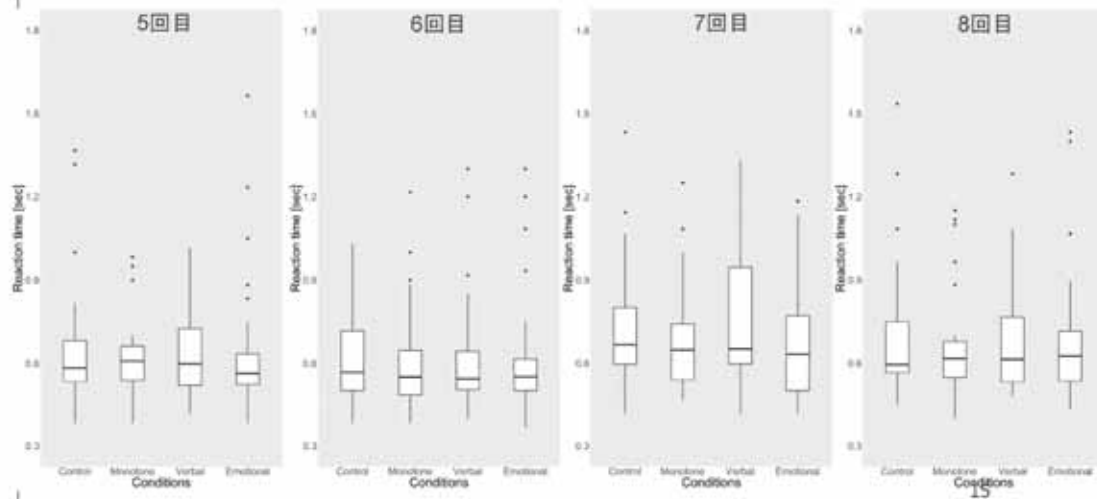


14

図 3-1 (7) 聴覚情報を用いた分析の成果 (7/14)

7 反応時間

副課題試行ごとの条件間の差異(Tukeyの多重比較): 1回目以外有意差なし



7 反応時間

副課題試行ごとの条件間の差異(Tukeyの多重比較): 1回目以外有意差なし

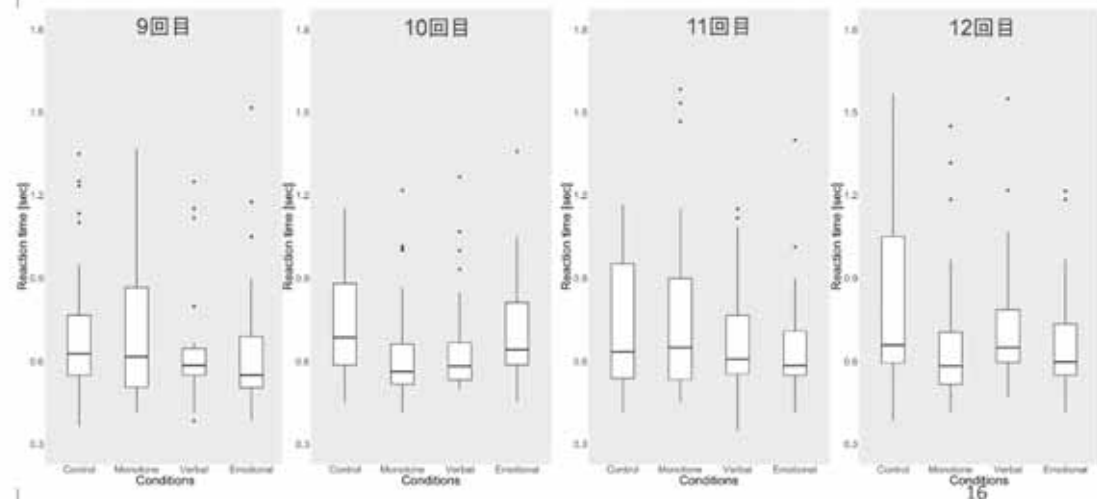
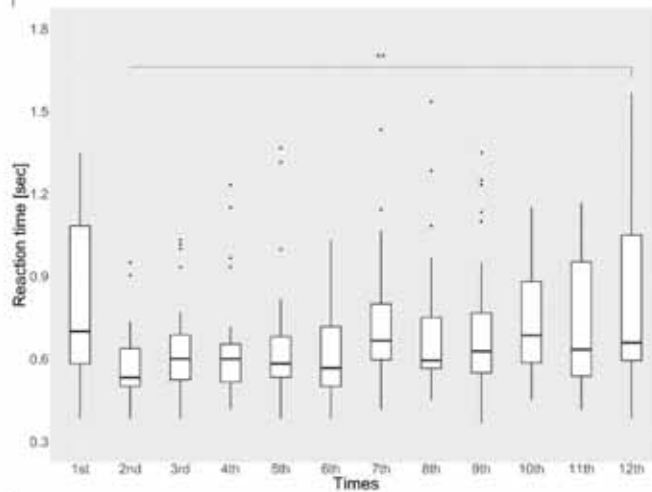


図 3-1 (8) 聴覚情報を用いた分析の成果 (8/14)

7 反応時間

条件ごとの各試行間での差異(Tukeyの多重比較): Control

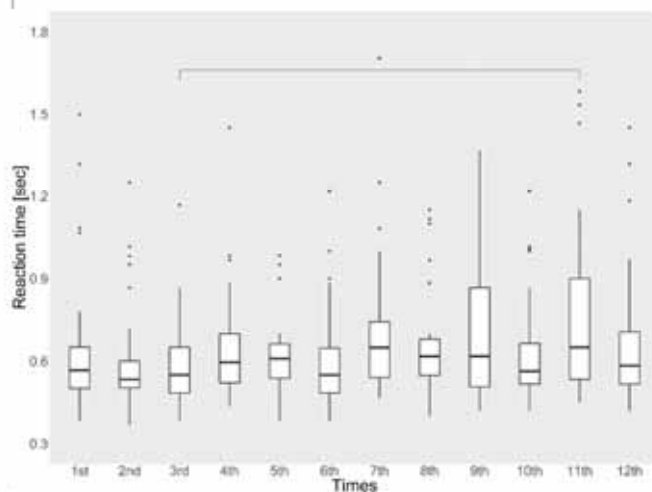


- 時間の経過とともに平均・分散ともに増加傾向
- 最初と最後で有意差
- 疲労の蓄積による漫然運転の傾向

17

7 反応時間

条件ごとの各試行間での差異(Tukeyの多重比較): Monotone



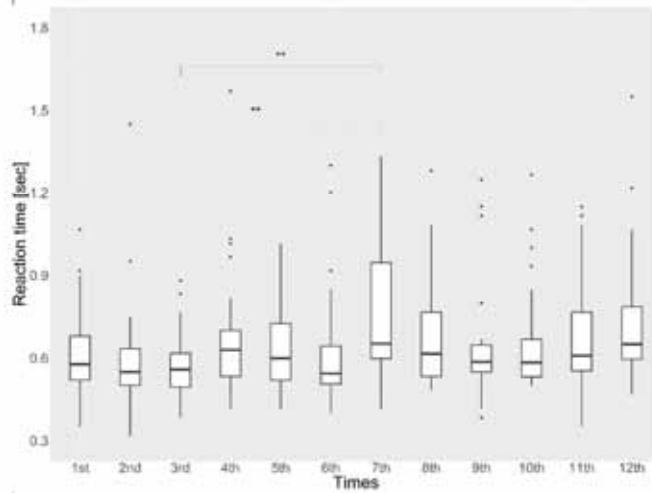
- 前半は平均・分散ともに小さく抑えられている
- 9回目・11回目で平均・分散が増大
- 慣れによる感度の低下

18

図 3-1 (9) 聴覚情報を用いた分析の成果 (9/14)

7 反応時間

条件ごとの各試行間での差異(Tukeyの多重比較): Verbal

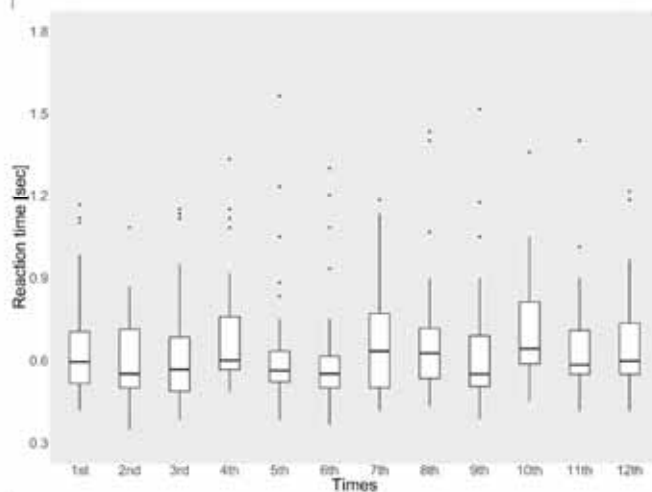


- 中盤(7回目)で反応時間増大傾向
 - 副課題の間隔が長く、音響刺激からの経過時間も長い
- 7回目以外は概ね一定の傾向

19

7 反応時間

条件ごとの各試行間での差異(Tukeyの多重比較): Emotional



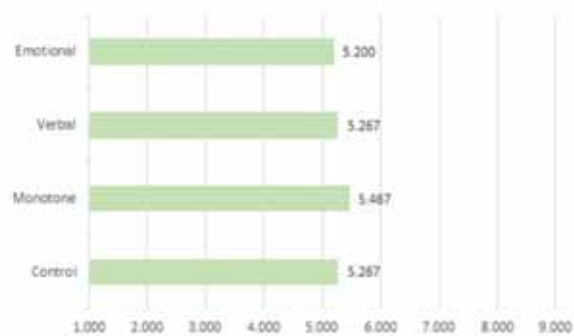
- 試行回間での有意差はなし
- 分散も一定程度
- 全体的に反応時間は一定を維持している傾向

20

図 3-1 (10) 聴覚情報を用いた分析の成果(10/14)

8 カロリンスカ眠気尺度（主観的眠気）

主観的な眠気を1～9で申告
数字が大きいほど眠気が強いことを表す

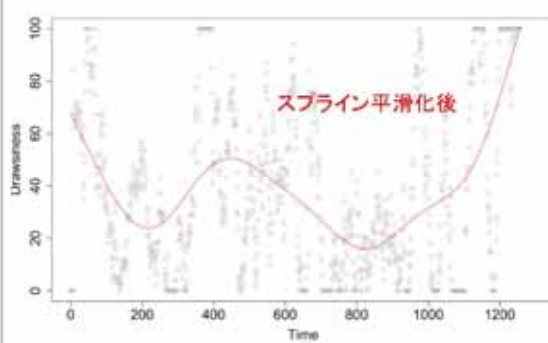


- Emotional条件で眠気が一番小さくなる
- Monotone条件の場合、Control条件より眠気が強くなる

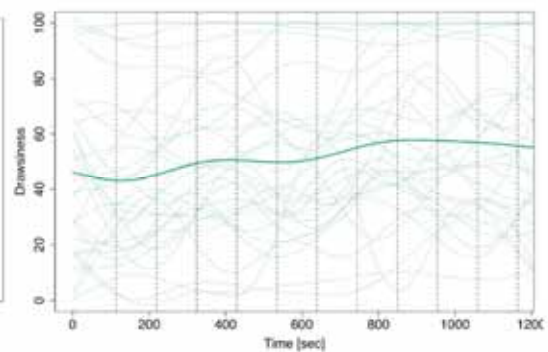
21

9 感性（漫然度）

取得データの平滑化と平均化



個人の計測値



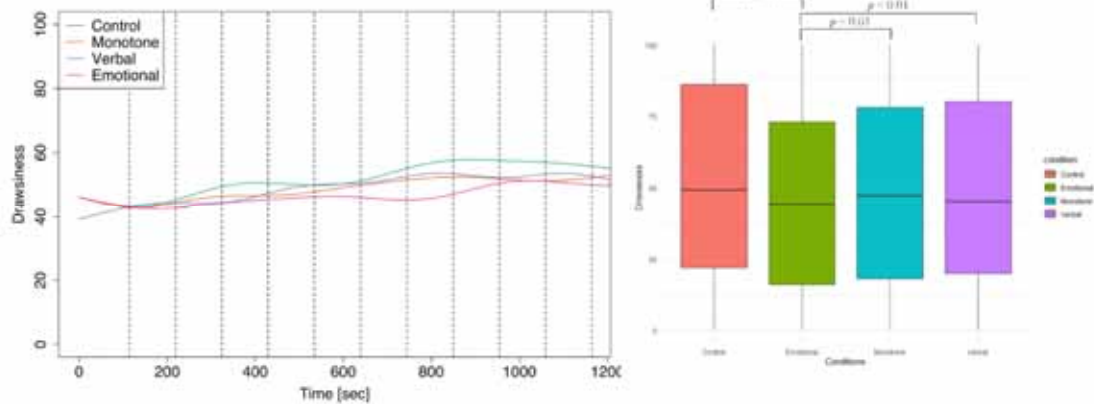
条件ごとに全被験者の平均値の算出

22

図 3-1 (11) 聴覚情報を用いた分析の成果 (11/14)

9 感性（漫然度）

実験条件による全被験者平均の比較



- 漫然度は時系列的に増加傾向
- 無音時が高く, Emotional音響時は全体的に低い
- 音響刺激は漫然度を減少させ, その効果はEmotional条件がもっとも高い 23

10 まとめと今後の課題

- 反応時間:
 - 無音時は単調増加傾向
 - Monotone音は後半で増加傾向 → 慣れによる感度の低下
 - Verbalメッセージは中盤の増加傾向を後半で回復させる
 - Emotional音はほぼ一定
- カロリンスカ眠気尺度:
 - Emotional音で主観的な眠気の改善効果
 - Monotone音は眠気を悪化させる可能性
- 感性アナライザ:
 - 漫然度は時系列に増加, 無音時は他との比較で顕著に高く, Emotional音は顕著に低い

音響刺激による漫然運転の改善効果
音響刺激による効果の差異 → 感情を惹起させる音響の優位性

24

図 3-1 (12) 聴覚情報を用いた分析の成果 (12/14)

10 まとめと今後の課題

- 音響刺激の種類, および惹起させる感情の属性による効果の差異の検証
 - SD法などにより効果的なイメージの定量化



- 音響刺激の付与の方法については要検討
 - スピーカーを用いた音声案内にBGMを付与
 - ゲーミフィケーションを通して, スマホから音響刺激
- 音響刺激のタイミング, 継続時間についての検討
- 何らかの感情の惹起が眠気の改善に効果的なのであれば, 音響刺激以外でも感情を惹起させる手法を検討する余地

25

10 参考文献

1)第2節 令和3年中の道路交通事故の状況 | 令和4年交通安全白書(全文) - 内閣府 (cao.go.jp)
(URL:https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r04kou_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1_2.html)

2) 林 信吾, 白柳 洋俊, 倉内 慎也, 生体観測デバイスを用いた高速道路走行時の漫然運転に対する注意の解放効果分析, 交通工学研究発表会論文集, 2022, 42 巻, 第42回交通工学研究発表会, p. 253-260, 公開日 2022/11/10

3) 有光 哲彦, 遠藤 佳佑, 岡崎 啓吾, 星野 博之, 戸井 武司 快適性を考慮した付加音による高速走行中ドライバの覚醒維持効果の評価 特集論文 感性と感情:計測・評価・モデル化とその応用 ヒューマンインタフェース学会論文誌 The transactions of Human Interface Society 18 1-4 18(1-4):2016 p.319-327

4) Ayça Berfu Ünal, Dick de Waard, Kai Epstude, Linda Steg, Driving with music: Effects on arousal and performance, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 21, 2013, Pages 52-65

26

図 3-1 (13) 聴覚情報を用いた分析の成果 (13/14)

参考

・ 眠気度に関する折れ線回帰結果

説明変数		偏回帰係数	t値	p値
定数項		0.03	3.49	0.00
コントロール条件	眠気の平均値	-0.0005	-4.48	0.00
	眠気の数値	-0.664	-47.42	0.00
	注意の解放の回数	-0.0001	-0.13	0.90
機械サイン音条件	機械サイン音ダミー	0.037	1.31	0.19
	機械サイン音ダミー×			
	眠気の平均値	-0.0003	-0.68	0.49
	機械サイン音ダミー×			
	眠気の数値	-0.470	-9.98	0.00
	機械サイン音ダミー×			
	注意の解放の回数	-0.0058	-1.69	0.09
言語メッセージ条件	言語メッセージダミー	-0.006	-0.20	0.84
	言語メッセージダミー×			
	眠気の平均値	-0.0005	-1.33	0.18
	言語メッセージダミー×			
	眠気の数値	-0.450	-9.34	0.00
	言語メッセージダミー×			
	注意の解放の回数	0.006	1.73	0.08
情動サイン音条件	情動サイン音ダミー	0.027	0.97	0.33
	情動サイン音ダミー×			
	眠気の平均値	-0.0002	-0.65	0.52
	情動サイン音ダミー×			
	眠気の数値	-0.408	-8.85	0.00
	情動サイン音ダミー×			
	注意の解放の回数	-0.0004	-0.12	0.90
R ²			0.715	
修正R ²			0.712	
データ数			990	

27

図 3-1 (14) 聴覚情報を用いた分析の成果 (14/14)

第 4 章 会話等を用いた眠気度抑制効果の分析

4-1 会話等を用いた分析の整理概要

本委員会では、会話等を用いた眠気度抑制効果の把握および居眠り運転防止対策検討のため、倉内委員長・白柳委員に簡易脳波計装着下での高速道路 DS 実験による会話の効果进行分析していただいた。本章では、この分析結果を研究成果として掲載した。

4-2 会話等を用いた分析の成果

会話等を用いた分析の成果を図 4-1(1)～(9)に示す。

本成果は、会話等を用いた眠気度抑制効果の分析を行ったものである。

簡易脳波計装着下での高速道路 DS実験による会話の効果分析

愛媛大学

倉内 慎也, 白柳 洋俊, 鷺巣 真*

*現 中央コンサルタンツ(株)

漫然運転の抑制手法と研究目的

■ 眠気度抑制手法

- ・ 体動や会話などの**能動的手法**で効果が高い(小川ら,2013)
- ・ 運転中の体動は運転操作に悪影響を及ぼす(伊部ら,2017)

⇒運転中に行う手法として会話が適切

■ 会話に関する研究

- ・ 走行安定性の低下・ブレーキ操作の遅れなどの副作用(徳永ら,2000)
- ・ **思考**により眠気度抑制効果は大きくなる反面,副作用も大きくなる(東ら(2003),山田ら(2001))
- ・ **ポジティブ感情(好意や興味)**下では眠気度が低くなる(藤原ら,2010)

⇒会話内容による眠気度抑制効果や副作用には不明な点が多い

■ 目的

DS実験によって**会話内容による運転中の眠気度抑制効果と運転操作への副作用**を明らかにする

図 4-1(1) 会話等を用いた分析の成果(1/9)

予備実験

■ 実験目的

- 会話それぞれによって起こる感情を把握する

■ 実験概要

- 簡易脳波計を装着しDSでの高速道路走行動画を視聴
- それぞれシナリオに基づいて4分程度の会話を行う



簡易脳波計

1秒ごとの眠気のほか、感情（好意、興味、集中、ストレス）を0-100で評価



高速道路走行動画

本実験で用いるDSコースの走行動画をあらかじめ録画

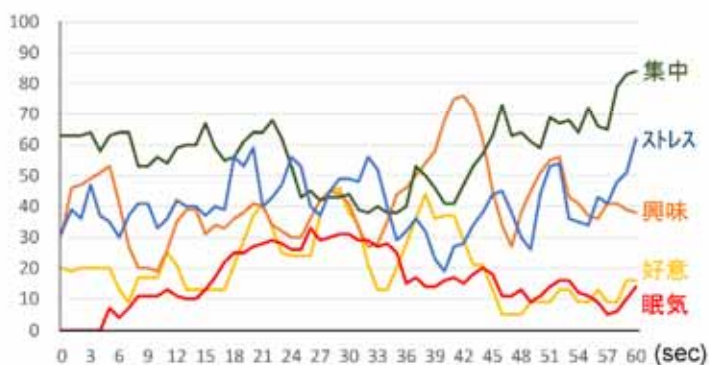
(株)電通サイエンスジャム社製 簡易脳波計 「感性アナライザ」

- ✓ 脳波から、眠気度、好意度、興味度、集中度、ストレス度が1秒単位で1～100までの数値で出力
- ✓ 脳波は1つの端子のみで計測されるため、装着による不快感を低減
- ✓ 精度は良好で、運転以外にも医療・教育等様々な分野で実用されつつある



装着例

ヘッドセット内側の電極を額に
イヤークリップを耳たぶにはさむ



簡易脳波計の計測値の例

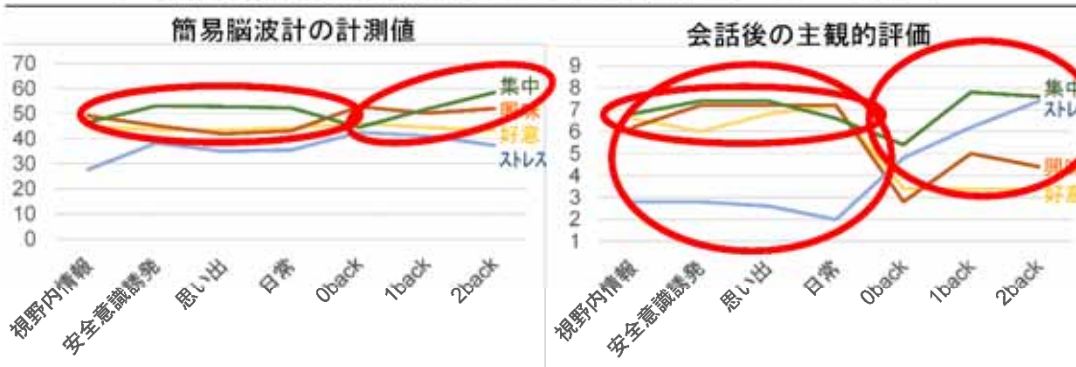
図 4-1 (3) 会話等を用いた分析の成果 (3/9)

予備実験の結果：眠気度の平均値



- N-backにおいて相対的に眠気が高い
 - ✓ 0-back > 2-back > 1-back
 - ✓ 単調である/難しすぎると眠気が高くなる
- 他の会話には特段の差異は見受けられない

予備実験の結果：感情の平均値



- N-back
 - ✓ 難易度に応じて集中力を要し、ストレスの主観的評価値が高い
 - その他の会話
 - ✓ 同程度の集中力を要するが、ストレスの主観的評価値は低い
 - ✓ ポジティブ感情(興味・好意)の主観的評価値が高い
- ⇒カーナビ等による会話システムが能動的に活用される可能性

図 4-1 (4) 会話等を用いた分析の成果 (4/9)

対象とする会話

- ① 思い出会話
eg) 「中学生のころ、修学旅行に行きましたよね？どこに行きましたか？」
- ② 日常会話
eg) 「最近寒くなってきましたね、冬と夏のどちらが好きですか？」
- ③ 安全意識誘発会話
eg) 「高速道路での事故原因は何が多いと思いますか？」 ✓ 会話を制御しにくい
- ④ 視野内情報会話
eg) 「山が見えますよね、あの山までの距離はどれくらいだと思いますか？」
- ⑤ 0-back
実験者 1 9 5 4 7 8 ...
被験者 1 9 5 4 7 8 ...
- ⑥ 1-back
実験者 1 9 5 4 7 8 ...
被験者 1 9 5 4 7 ...
- ⑦ 2-back
実験者 1 9 5 4 7 8 ... ✓ 2-backは難易度
被験者 1 9 5 4 ... が高く眠気を誘発

- DS実験では予備実験の結果を考慮し4つの会話を対象とする

DS実験

■実験方法

- 2車線の直線が続く高速道路を想定
- 前方車両の追従走行を行う
- 簡易脳波計により脳波を測定⇒眠気度を評価する



図 4-1 (5) 会話等を用いた分析の成果 (5/9)

DS実験

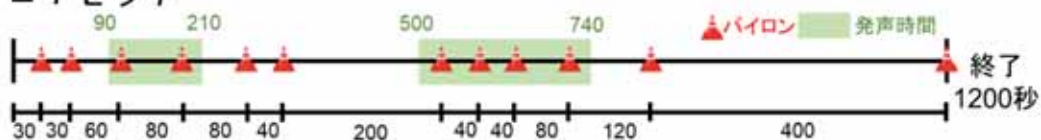
■実験方法

- ・パイロンに対する反応速度を計測
⇒眠気と思考の影響を反映した総合的な指標



DS実験

■1セット

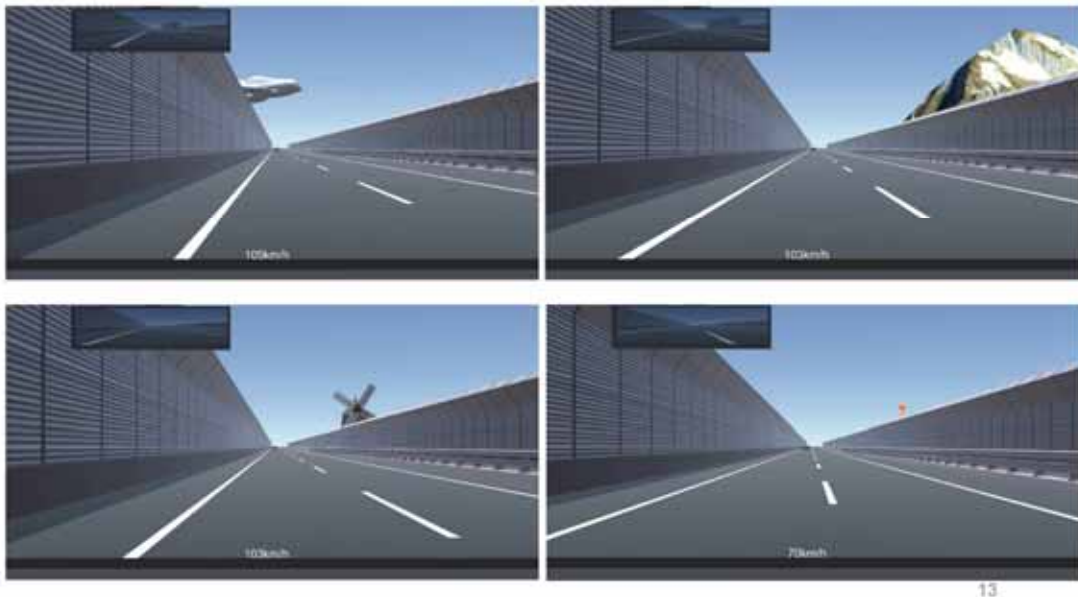


- ・会話時間を2分間と4分間設定する
- ・1セット×4条件[0back, 1back, 安全意識誘発会話, 視野内情報会話]
- ・被験者20人

図 4-1 (6) 会話等を用いた分析の成果 (6/9)

視野内情報会話のためのコース設定

※視野内情報会話条件以外の全条件でも提示



眠気度分析方法

10

■ 折れ線回帰(傾きの変化を会話の効果とする)

$$y = \alpha_0 + \beta_0 t + \sum_{i=1}^4 d_i \{\beta_i(t - k_i)\}$$

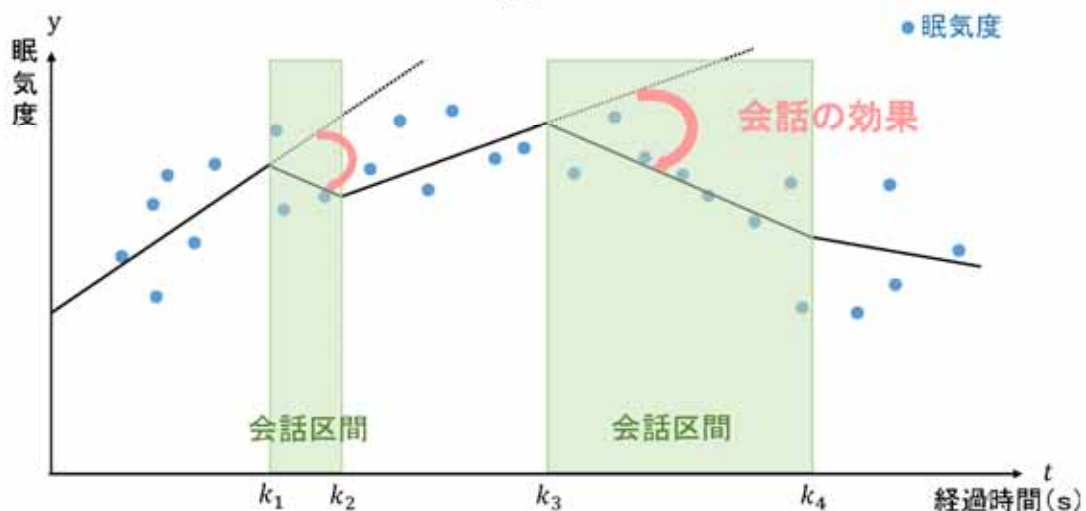
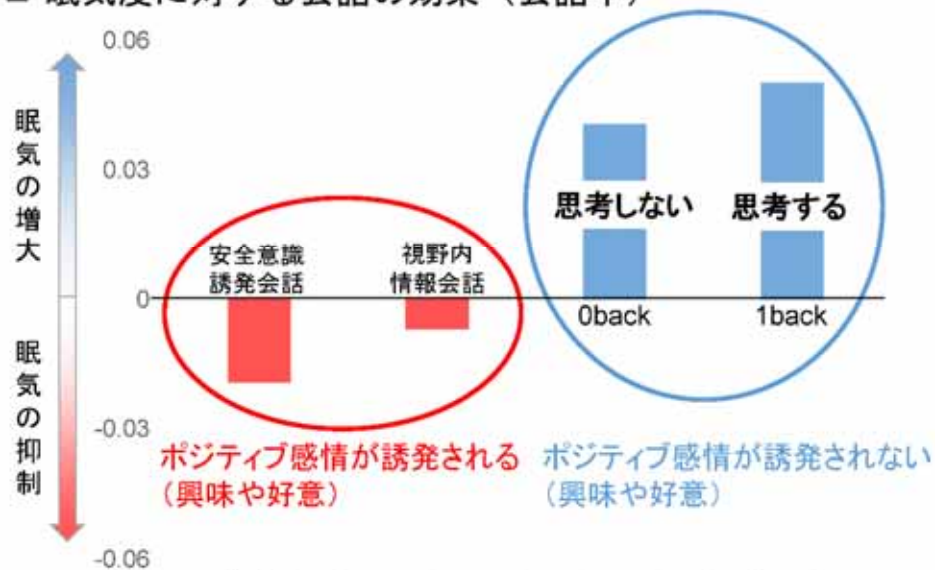


図 4-1 (7) 会話等を用いた分析の成果 (7/9)

眠気度分析結果

■ 眠気度に対する会話の効果（会話中）



- ・ ポジティブ感情が誘発される会話で眠気度が抑制される。

眠気度分析結果

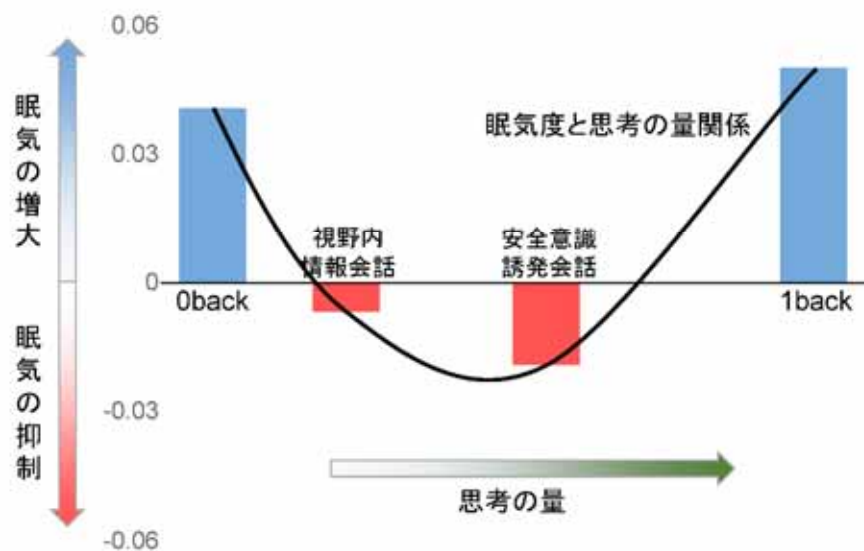


図 4-1 (8) 会話等を用いた分析の成果 (8/9)

反応時間分析結果

■ 反応時間: 眠気と思考の影響を反映した総合的指標



- 会話の際に思考したことで副作用が生じた
- 思考の量が増えると副作用が大きくなる

17

まとめ

■ 結果

- ポジティブ感情が誘発される会話で眠気度が減少する
- 会話内容で思考する量が増えると副作用は大きくなる

■ 課題

- 長時間の会話を行った場合の効果の把握
- 会話による運転操作への影響

18

図 4-1 (9) 会話等を用いた分析の成果 (9/9)

第 5 章 個人差の分析

5-1 個人差の分析の整理概要

本委員会では、運転者の不注意や衝動性の個人差の把握および居眠り運転防止対策検討のため、倉内委員長・小菅委員・白柳委員に高速道路 DS 実験による ADHD 傾向の程度と運転特性や意識との関係进行分析していただいた。本章では、この分析結果を研究成果として掲載した。

5-2 個人差の分析の成果

個人差の分析の成果を図 5-1(1)～(15)に示す。

本成果は、個人差の分析を行ったものである。

高速道路DS実験によるADHD傾向者の運転特性と意識に関する基礎的分析

倉内慎也（愛媛大学）

小菅英恵（ITARDA）

白柳洋俊（愛媛大学）

1

問題意識

- ADHD (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder; 注意欠如・多動性障害)
 - 発達障害の一種
 - ✓ 不注意型：忘れ物が多い，集中できない，等
 - ✓ 多動・衝動型：落ち着きがない，カッとなりやすい，等
 - 成人の有病率は3－4%で，氷山の一角とも。
- 既存研究・現状の対策
 - ADHD者の運転の危険性や事故リスクの高さが指摘（Barkley et al., 2007；水野ら，2019）
 - ADHDは高速道路の事故，追突事故が多く（Fried et al., 2006），単調な運転時に衝突しやすい（Biederman et al., 2007）が，高速道路上の運転や眠気については不明，日本での研究はほぼされていない
 - ADHDの症状として睡眠障害を訴える患者が多い
 - 海外では投薬治療で運転させる他，「運転は極力控える」などの呼びかけや，ADHD専用の治療プログラムで対応

図 5-1(1) 個人差の分析の成果(1/15)

分析の着眼点

高速道路を模したDS走行実験によりADHD傾向者の高速道路運転時の運転特性や意識を明らかにする

1. 高速道路運転時の眠気度
 - ・ ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
 - ・ ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移
2. 運転特性（発見探索的に分析）
 - ・ 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
 - ・ 運転操作の安定性が低い
 - ・ 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）
3. 自身の運転に対するメタ認知
 - ・ 見落とし等に気づいていない
 - ・ 自身の運転の安全性を過大評価

3

実験概要

ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

➤ 対象者：大学生315人

➤ 質問内容

- ・ DSM-5(精神障害の診断・統計マニュアル第5版)のADHD診断で用いられる全18項目の日本語訳を使用

- ・ **不注意**項目9項目
多動・衝動項目9項目で構成

大学生用ADHD傾向自己評価用アンケート		不注意	多動・衝動	合計
1	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
2	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
3	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
4	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
5	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
6	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
7	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
8	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
9	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
10	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
11	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
12	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
13	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
14	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
15	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
16	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
17	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1
18	授業中や勉強中、集中することが難しいと感じることがある	0	1	1

4

図 5-1 (2) 個人差の分析の成果 (2/15)

実験概要

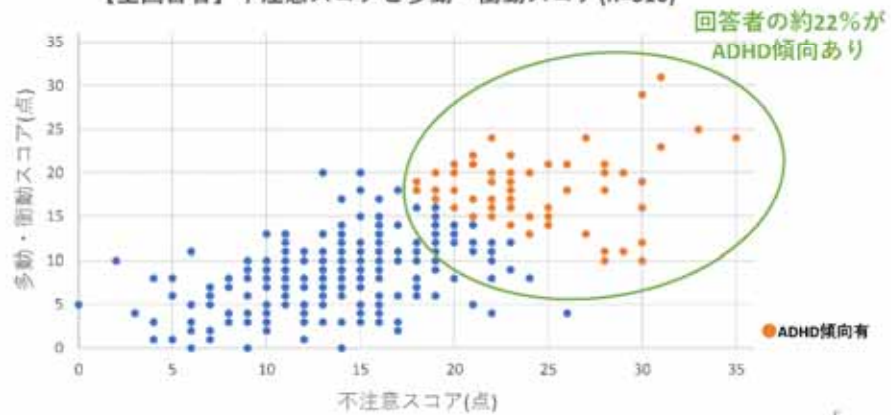
ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

- 不注意項目，多動・衝動項目：それぞれ0～36点にスコア化
- 全スコア36点以上でADHD傾向あり(小菅ら,2020)

【全回答者】不注意スコアと多動・衝動スコア(n=310)



5

実験概要

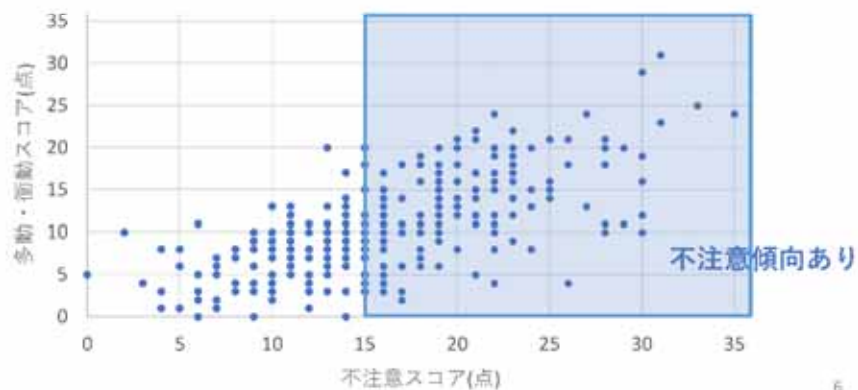
ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

- 不注意スコア回答者平均以上：不注意傾向あり

【全回答者】ADHD傾向把握アンケート得点分布(n=315)



6

図 5-1 (3) 個人差の分析の成果 (3/15)

実験概要

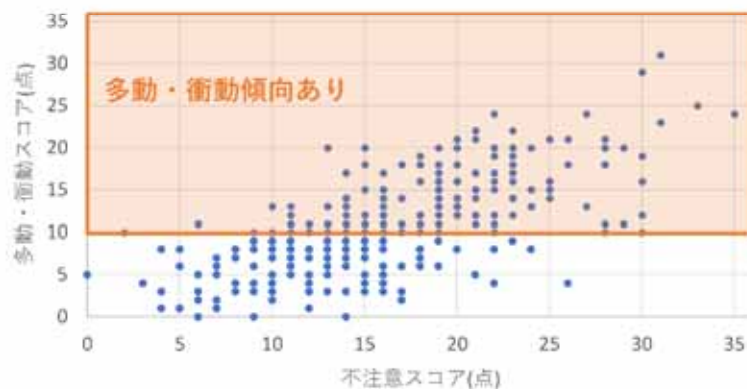
ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

- 多動・衝動スコア回答者平均以上：多動・衝動傾向あり
- 運転頻度を考慮してDS実験リクルーティング

【全回答者】ADHD傾向把握アンケート得点分布(n=315)



7

実験概要

ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

実験前アンケート

練習走行：5分

前半走行：60分

前半走行アンケート，休憩

後半走行：40分

後半走行アンケート

➤ 実験前アンケート

- ・ 睡眠時間
- ・ 運転頻度

➤ DS走行

- ・ 前半走行：60分
- ・ 後半走行：40分

➤ 前半（後半）走行アンケート

「あなたはDS走行でパイロンの見落としが
あったと思いますか」
など自身の運転を振り返った質問

8

図 5-1 (4) 個人差の分析の成果 (4/15)

実験概要

ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

➤ DSコース

- ・ 2車線の直線が続く高速道路を想定
- ・ 対向車, 追い越し車両なし



- primary task : 前方車両に追従走行
(前方車両速度は60~100km/hで変化)
- secondary task : 出現したパイロンに反応

9

実験概要

ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

➤ 計測項目

- DS
 - ・ 前方車両の速度, 車間距離
- 簡易脳波計
 - ・ 眠気度, 集中度
(0~100の数値で評価, 眠気度が100では最も眠気を感じている)



10

図 5-1 (5) 個人差の分析の成果 (5/15)

実験概要

ADHD傾向把握
アンケート

アンケート
スクリーニング

DS実験

■パイロン反応時間



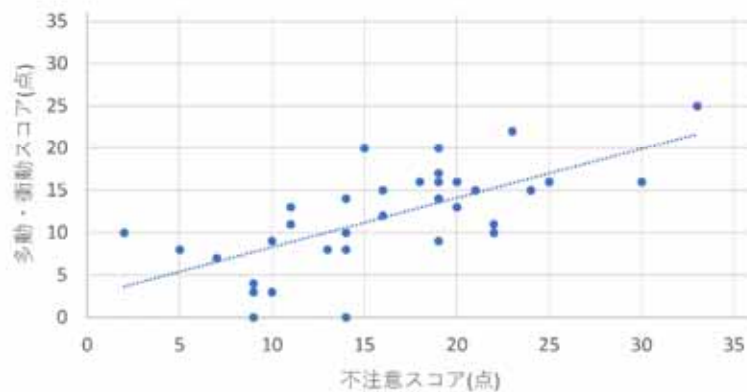
- ・パイロンを発見したらできるだけ早くステアリングの「O」ボタンを押すように指示
- ・ADHD特性や眠気などの総合的な指標として扱う

11

DS実験参加者のADHDスコア

➤ DS実験参加者：35名

【DS実験参加者】ADHD傾向把握アンケート得点分布(n=310)



不注意スコアと多動・衝動スコアには正の相関がある

12

図 5-1 (6) 個人差の分析の成果 (6/15)

分析の着眼点

高速道路を模したDS走行実験によりADHD傾向者の高速道路運転時の運転特性や意識を明らかにする

1. 高速道路運転時の眠気度

- ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
- ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移

2. 運転特性（発見探索的に分析）

- 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
- 運転操作の安定性が低い
- 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）

3. 自身の運転に対するメタ認知

- 見落とし等に気づいていない
- 自身の運転の安全性を過大評価

13

運転中の眠気度の平均値

➤ 明らかにすること：眠気度(被説明変数)にADHD特性が影響しているのか

➤ 分析方法：Tobitモデル（0,100で打ち切られたデータを考慮）

データ	説明変数	推定値
	定数項	1.98
ADHD傾向把握 アンケート	ADHD傾向ありダミー【ADHDスコア3.6点以上】	28.7**
	ADHD多動・衝動スコア(点)	4.16*
実験前 アンケート	一般道運転頻度(回)	-18.0*
	高速道路運転頻度年に数回程度以下ダミー	-0.978*
サンプル数		175
自由度調整済み決定係数		0.168

**：1%有意*：5%有意

- ADHD傾向者は眠気がかなり高い状態で運転
- 多動・衝動スコアに応じて眠気度に有意に増加

14

図 5-1(7) 個人差の分析の成果(7/15)

分析の着眼点

高速道路を模したDS走行実験によりADHD傾向者の高速道路運転時の運転特性や意識を明らかにする

1. 高速道路運転時の眠気度

- ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
- ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移

2. 運転特性（発見探索的に分析）

- 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
- 運転操作の安定性が低い
- 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）

3. 自身の運転に対するメタ認知

- 見落とし等に気づいていない
- 自身の運転の安全性を過大評価

15

パイロンへの反応時間

➤ 明らかにすること：反応時間にADHD特性や眠気が影響しているのか

➤ 分析方法：Tobitモデル（パイロンの見落としを考慮）

データ	説明変数	推定値
	定数項	0.843**
ADHD傾向把握 アンケート	ADHDスコア(点)	0.00210*
	多動・衝動傾向ありダミー	0.0522**
実験前アンケート	睡眠時間(時間)	-0.0244**
	音	-0.0122*
車両挙動	前方車両速度80km/h以下ダミー	-0.0328**
	車間距離65m以下ダミー	0.0834**
	眠気度(0~100%)	0.0594**
簡易脳波計	集中度(0~100%)	-0.0658**
	サンプル数	2096

**：1%有意 *：5%有意

□ 眠気度が高いほど反応時間が遅くなる
⇒ 眠気度が高いADHD傾向者は反応時間が遅くなる傾向

16

図 5-1 (8) 個人差の分析の成果 (8/15)

パイロンへの反応時間

- 明らかにすること：パイロンへの反応時間にADHD特性や眠気が影響しているのか
- 分析方法：Tobitモデル（パイロンの見落としを考慮）

データ	説明変数	推定値
	定数項	0.843***
ADHD傾向把握 アンケート	ADHDスコア(点)	0.00210**
	多動・衝動傾向ありダミー	0.0522***
実験前アンケート	睡眠時間(時間)	-0.0244***
車両挙動	音変化	-0.0122**
	前方車両速度80km/h以下ダミー	-0.0328***
	車間距離65m以下ダミー	0.0834***
簡易脳波計	眠気度(0~100%)	0.0594***
	集中度(0~100%)	-0.0658***
サンプル数		2096

***:1%有意 **:.5%有意

眠気の影響を差し引いても

□ADHDスコアに応じて反応時間が有意に増加

□特に多動・衝動傾向者は反応遅れ

17

目線注視度[定型]

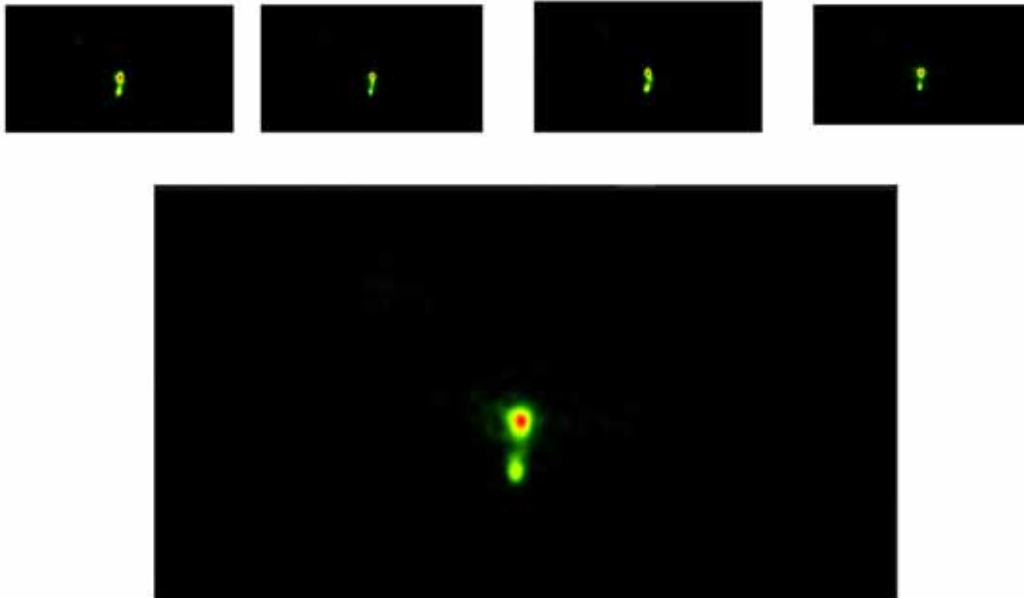
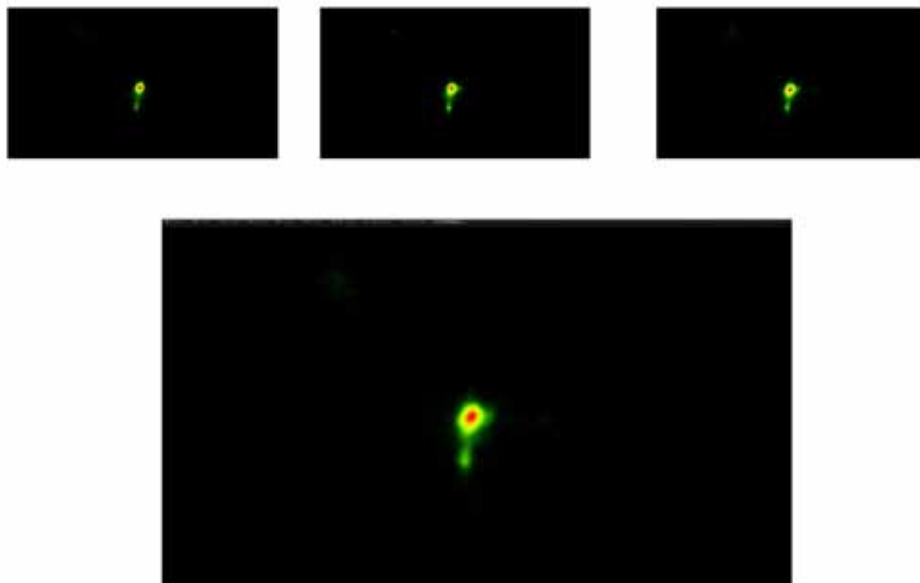
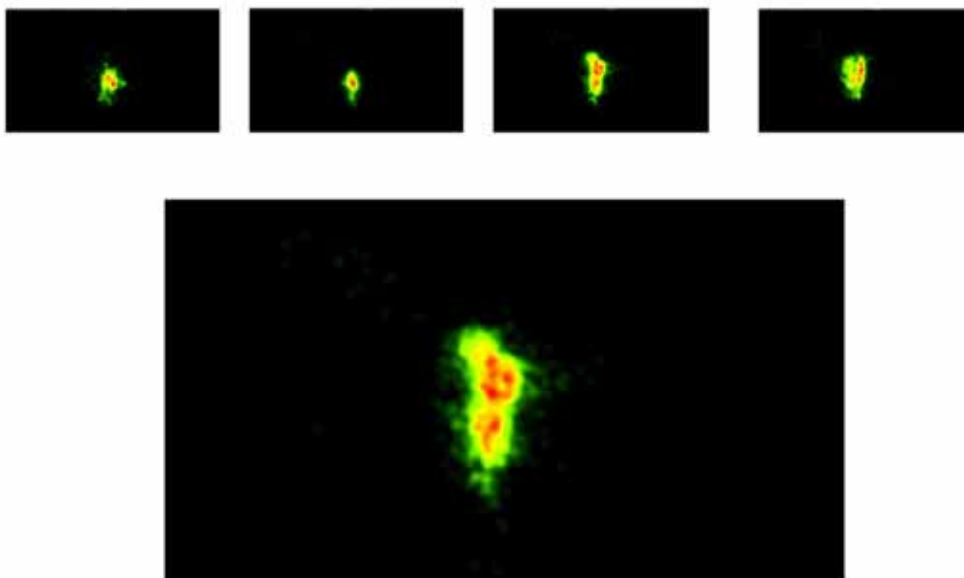


図 5-1 (9) 個人差の分析の成果 (9/15)

目線注視度[不注意]



目線注視度[多動・衝動]

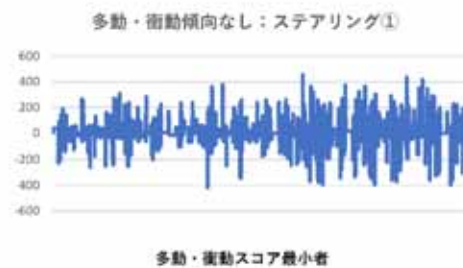
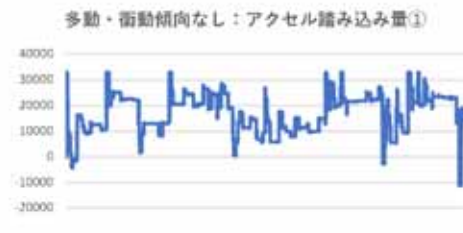
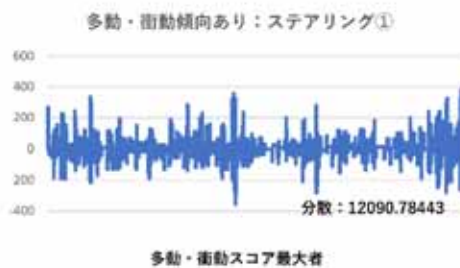
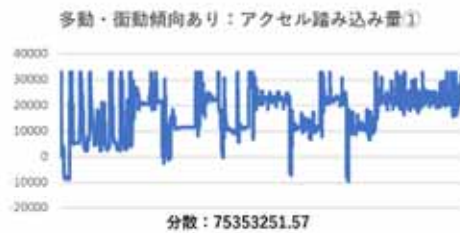


□特に多動・衝動傾向者の視点にばらつき？

図 5-1 (10) 個人差の分析の成果 (10/15)

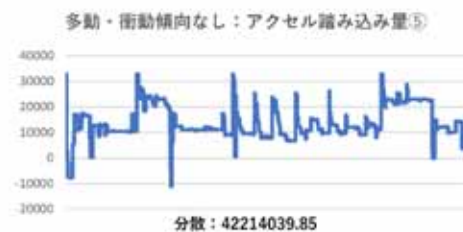
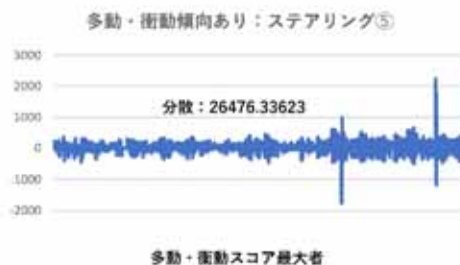
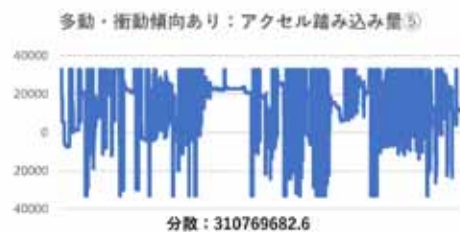
運転操作(走行①)

➤ 多動・衝動傾向あり/なしで比較



運転操作(走行⑤)

➤ 多動・衝動傾向あり/なしで比較



口特にアクセル操作にADHDスコアが影響する可能性

図 5-1 (11) 個人差の分析の成果 (11/15)

ステアリング操舵角の標準偏差の回帰分析

- ✓前方車両が定速走行中（100km/h, 60km/h）かつイベント（音刺激, パイロンの出現）が発生していない状況でのステアリング操舵角の標準偏差を被説明変数として重回帰

説明変数	回帰係数	標準化係数	t値
定数項	2.07	—	0.91
不注意傾向スコア	0.135	0.148	4.10
多動・衝動傾向スコア	0.205	0.181	4.78
眠気度の最大値	0.150	0.139	3.90
眠気度のzスコア×車間距離のzスコア	0.297	0.236	6.64
ストレス度の平均値	0.323	0.337	9.74
集中度の平均値	0.146	0.154	4.26
サンプル数	623		
自由度修正済み決定係数	0.285		

- ADHD傾向スコアが高いドライバーはステアリング操作が極端
- ストレス度や眠気度が高いとステアリング操作が荒くなる
- 集中度が高いとステアリングを微調整？

アクセル踏み込み量の分散の回帰分析

- ✓定速走行するためのアクセル踏み込み量を特定し、その値からの分散を被説明変数として同様に分析

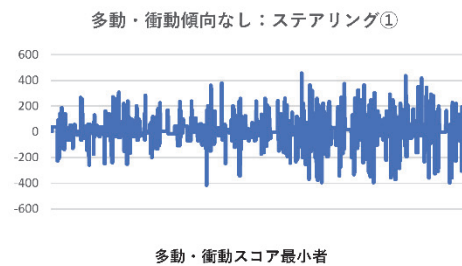
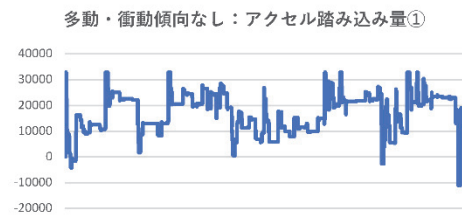
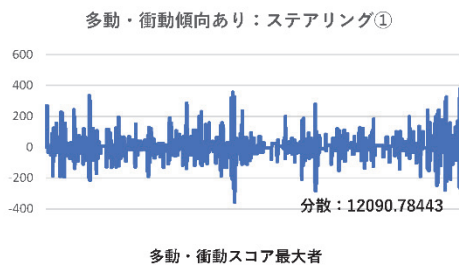
説明変数	100km/h定速走行時			60km/h定速走行時		
	回帰係数	標準化係数	t値	回帰係数	標準化係数	t値
定数項	3760	—	5.48	830	—	3.62
多動・衝動傾向スコア	103	0.324	6.42	27.0	0.280	4.67
走行時間	-2.75	-0.080	-1.58	-0.773	-0.084	-1.41
眠気度の最大値	3.95	0.074	1.43			
ストレス度の平均値	-37.3	-0.198	-3.82	-8.31	-0.152	-2.55
集中度の平均値	-283	-0.104	-1.95			
サンプル数	349			255		
自由度修正済み決定係数	0.137			0.097		

- 多動・衝動スコアが高いドライバーはアクセル操作が荒い
- ストレス度や集中度が高いとアクセル操作が安定

図 5-1 (12) 個人差の分析の成果 (12/15)

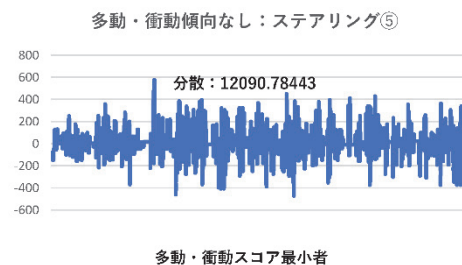
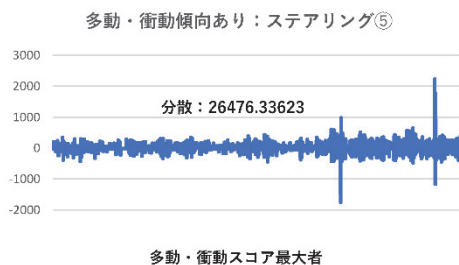
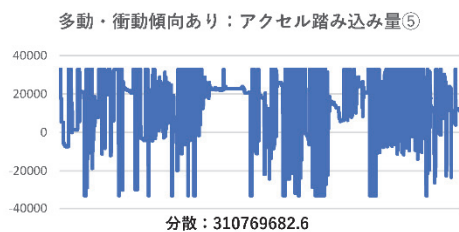
運転操作(走行①)

➤ 多動・衝動傾向あり/なしで比較



運転操作(走行⑤)

➤ 多動・衝動傾向あり/なしで比較



□特にアクセル操作にADHDスコアが影響する可能性

図 5-1 (11) 個人差の分析の成果 (11/15)

分析の着眼点

高速道路を模したDS走行実験によりADHD傾向者の高速道路運転時の運転特性や意識を明らかにする

1. 高速道路運転時の眠気度

- ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
- ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移

2. 運転特性（発見探索的に分析）

- 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
- 運転操作の安定性が低い
- 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）

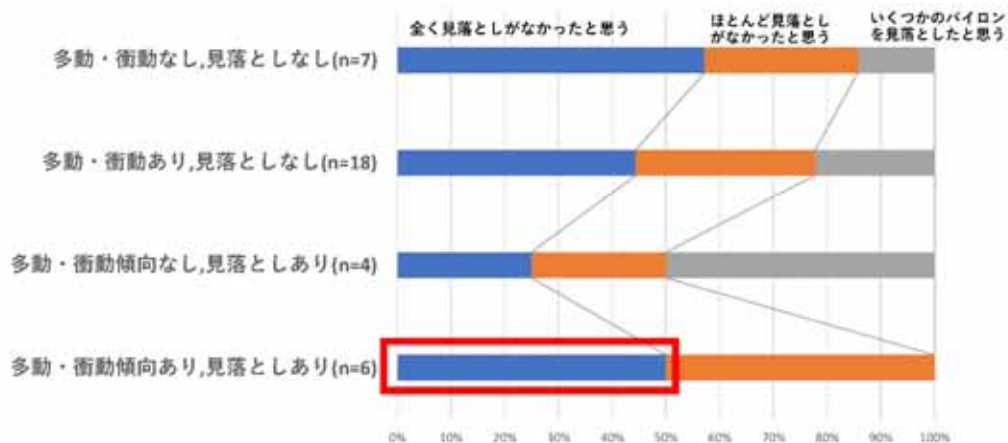
3. 自身の運転に対するメタ認知

- 見落とし等に気づいていない
- 自身の運転の安全性を過大評価

27

見落としに対するメタ認知

Q.あなたはDS走行でパイロンの見落としがあったと思いますか。



□見落としについては、ADHD傾向による統計的な有意差は観測されず
□多動・衝動傾向者は見落としを自覚していない可能性

28

図 5-1 (14) 個人差の分析の成果 (14/15)

現時点での成果

高速道路を模したDS走行実験によりADHD傾向者の高速道路運転時の運転特性や意識を明らかにする

1. 高速道路運転時の眠気度
 - ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
 - ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移
2. 運転特性（発見探索的に分析）
 - 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
 - 運転操作の安定性が低い
 - 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）
3. 自身の運転に対するメタ認知
 - 見落とし等に気づいていない
 - 自身の運転の安全性を過大評価

29

今後の分析方針

1. 高速道路運転時の眠気度
 - ADHD傾向者は早い段階で眠気をもよおす
 - ADHD傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移
2. 運転特性（発見探索的に分析）
 - 運転時の視点のばらつきが小さい、視点の個人差が大きい
 - 運転操作の安定性が低い
 - ✓ 安定性が低下する状況を特定
 - 状況変化に対する反応が遅い（時に見落としも）
3. 自身の運転に対するメタ認知
 - 見落とし等に気づいていない
 - 自身の運転の安全性を過大評価
 - ✓ 運転挙動と感情（簡易脳波計&アンケート）の分析
 - ✓ 危険運転挙動と相関の高い質問項目の特定

30

図 5-1 (15) 個人差の分析の成果 (15/15)

【第 V 編】

総 括

第1章 まとめ

1-1 居眠り運転を取り巻く周辺環境の整理

居眠り運転防止等を取り巻く周辺環境を整理するため、関連資料の収集・整理、関連する事業者へのヒアリング、交通事故統計データによる分析、運転者の事故とヒューマンエラー(人間特性からの考察)に対する分析を行った。関連資料の収集・整理では、『居眠り運転防止対策に関連する近年の動向』および『居眠り運転防止に関する知見』について、資料を収集・整理した。関連する事業者へのヒアリングでは、物流事業者、バス事業者、自動車保険業界から各1社の計3社にヒアリングを行った。交通事故統計データによる分析では、NEXCO調べによる平成26～31年(令和元年)の6年間の事故データを用いて居眠り運転が想起される事故の特徴を分析した。運転者の事故とヒューマンエラーに対する分析では、小菅委員より提供された知見をもとに事故とヒューマンエラーについて整理した。また、同知見の整理結果では、平成27～31年(令和元年)の5年間における高速道路の人身事故を分析するとともに、覚醒度の低下要因や覚醒の鍵を握る注意と感情について分析した。

1-2 眠気検知等ログデータを用いた居眠り運転防止対策検討

WILLER EXPRESS(株)では、富士通(株)製のFEELytm(フィーリズム)とデジタルタコグラフによるリアルタイムの運行管理システムを導入し、運行管理を行っている。このシステムでは、日々の運行・走行データを蓄積しており、FEELytmの眠気等検知も記録されている。WILLER EXPRESS(株)からこのデータを貸与していただくことができ、眠気等の発生状況を分析することが可能と考えられたことから、集計用のデータベースを作成した。

また、同データを用いて、倉内委員長を中心に居眠り運転防止対策に資する分析を行った。その結果、終始覚醒状態のトリップは2割弱で留まり、連続走行時間が長くなるにつれて、眠気検知が単調増加、覚醒は単調減少していった。一方、経過時間(出発後もしくは休憩後の経過時間)と眠気発生状況の関係をみると、1時間～1時間半までは眠気予兆もしくは眠気検知の割合が増加(覚醒の割合減少)するものの、それ以降は覚醒の割合が増加に転じていた。なお、走行開始(再開)後、30分以内でも3～5割程度に眠気が生じており、単純に休憩により眠気が減少するとは言えないことが確認された。

1-3 ドライビングシミュレータを活用した研究

居眠り運転防止対策として効果が期待できる手法を検討するため、ドライビングシミュレータを用いて実験を行った。具体的には、運転中に視覚刺激や聴覚刺激、会話を行い眠気度に対する影響(ヴィジランスへの影響)を分析した。また、運転者の不注意や衝動性に着目し ADHD 傾向を程度で群分けし、個人差と運転挙動の関係も別途分析した。なお、同実験時における眠気度の評価は、主観的な眠気度の申告や簡易脳波計を用いてデータを取得した。視覚刺激では運転中の実験参加者に対して、スポットライトによる照射(光刺激)や PML(ペースメーカーライト)、山岳の景観表示(眺望確保)を行ったところ光刺激と眺望確保により、眠気度の上昇が抑えられた。同様に聴覚刺激では、運転中の実験参加者に様々な音声や音楽を聴かせたところ、情動的な音楽を聴取する時は、音楽なしの時と比べて、眠気度に改善がみられた。また、会話では運転中の実験参加者と実験補助員が様々な会話を行ったところ、ポジティブな感情が誘発される会話をすることで、眠気度が減少した。

運転者の不注意や衝動性の個人差の把握分析では、ADHD 傾向の程度と眠気、運転特性、意識を分析したところ、ADHD 傾向者の眠気度は、終始高い水準で推移するとともに、運転操作の安定性が低く、状況変化に対する反応が遅い、見落とし等に気づいていないことが確認された。

第2章 居眠り運転防止対策の提案

2-1 背景と基本方針

居眠り運転を防止するうえで最も効果的な対策は体調管理の徹底や仮眠(休息)をとることである。一方で、眠気のリズム(主に午前2～4時、午後2～4時に眠気が強くなる)の影響や漫然運転のため、時間や場所に問わず眠気に襲われる可能性がある。そのため、視覚刺激や聴覚刺激等により漫然運転や眠気を防ぐことが対策として考え得る。そこで、本章ではこれまでの研究委員会で得た知見の活用有無を含めた、高速道路会社での居眠り運転防止対策のあり方を議論した。

2-2 既存の対策

(1) 対策事例

既存対策事例を表2-1に示す。

過年度研究および本研究で調査した項目を中心に既存対策事例を整理した。このうち、その他の対策に分類した「カフェイン+仮眠」は先行研究における成果を掲載した。

表 2-1 既存対策事例

No.	種別	対策箇所	意識低下を抑制する方法等				既存対策・取組み	内容
			触覚刺激	視覚刺激	聴覚刺激	その他		
1	道路側による対策	本線上	○		○		ランブルストリップス	路面やレーンマークに一定の間隔で凹凸を付けることにより、その上を通過する車両に対し振動や音を発生させ、ドライバーに車線を逸脱したことを警告する。 ただし、大型車は気づきにくく、荷痛みが懸念されている。
2			○		○		薄層舗装	厚さ5mm程度の滑らない舗装によるわずかな段差による音と振動により漫然運転防止を図る。ただし、大型車は気づきにくく、荷痛みが懸念されている。
3			○		○		リブ付高輝度レーンマーク	連続配置された凸型のリブの振動や音により、車線逸脱をドライバー警告することができる。
4				○			点滅式デリニエータ	点滅するデリニエータの光によりドライバーの覚醒が促されることを期待する。
5				○			トンネル部の光刺激	トンネル内に緑色等のカラフルな光(アクセント照明)を照らすことで、ドライバーの覚醒が促されることを期待する。
6						○	情報板による広報	情報板に「居眠り事故多発 早めの休憩を」等の広報を表示する。
7						○	本線上の懸垂幕	情報板と同様、居眠り運転防止に関する広報を表示し、ドライバーの覚醒が促されることを期待する。
8		休憩施設				○	休憩施設の駐車スペース増設(混雑緩和)	眠気の根本的な解決方法は、仮眠することである認識されているため、ドライバーが休憩するスペースを増やし、仮眠する休憩ができることを期待する。
9			○				休憩施設の背伸ばしベンチ等	体を動かすことでドライバーの覚醒が促されることを期待する。
10				○			照明	高速道路の休憩施設内に高照度の照明を設置することで、ドライバーの覚醒が促されることを期待する(NEXCO東日本長野道(下)小布施PAに設置)。
11						○	休憩施設での動画放映	情報板と同様、居眠り運転防止に関する広報動画を放映し、ドライバーの覚醒が促されることを期待する(過年度委員会の知見を活かした動画は調査会において作成)。
12	広報による対策					○	ポスター・チラシ・WEBサイト	情報板と同様、居眠り運転防止に関する情報を掲載し、ドライバーの覚醒が促されることを期待する(過年度委員会の知見を活かしたチラシは調査会において作成)。
13	自動車側による対策				○		スリープバスター	背ずりにセンサー内蔵のパッドを取り付けて、体表に現れる脈の振動を計測するで、居眠り運転の発生リスクが高い体調であるか判別する。 高リスクの場合は、モニターとスピーカーにより警告を発する。
14						○	FEELythm	耳たぶに装着したセンサーから、脈波を読み取ることで居眠り運転の兆候を検知する。また、検知した情報は運行管理者にリアルタイムで共有する。
15					○		モービルアイ	居眠り運転の結果として引き起こされる危険な挙動等を検知し警告等を与える。
16	その他対策					○	カフェイン+仮眠	カフェインを摂取し、15～30分の仮眠をすることで眠気を抑えることができる。 ただし、30分以上の仮眠は睡眠慣性が生じるため、覚醒状態に戻るまで時間を要する。
17		○					浴槽による温浴の効果	普段シャワーによる入浴のみの被験者が浴槽で入浴したところ、シャワーのみと比べ、睡眠の質が向上すると研究で報告されている。
18					○		睡眠時の音	呼吸および心拍より1.05倍周期の長い音を睡眠時に聴かせることで、睡眠の質が改善すると研究で報告されている。
19						○	グリシンの摂取	アミノ酸の一種であるグリシンを就寝前に摂取することで、睡眠の質が向上すると研究で報告されている。
20						○	アスパラガス抽出物の摂取	アミノ酸の化合物であるアスパラガス由来抽出物を摂取することで眠気の改善等が研究で報告されている。
21						○	睡眠の質を向上させる機能的表示食品	睡眠の質を向上させる機能的表示食品として、「ヤクルト1000」が販売している。 また、摂取により疲労や眠気を解消するノンレム睡眠の構成率の増大等が関連研究で報告されている。
22	その他取組み						居眠り運転防止に向けた取組み	睡眠時無呼吸症候群をはじめ睡眠障害への対策として、パルスオキシメーターによる簡易検査を実施する。
23								パラマウントベッド等によりドライバーの睡眠をモニタリングし、睡眠状態を把握する。
24	法令改正等に対する取組み						平成30年の症例改正(旅客自動車運送事業運輸規則および貨物自動車運送事業輸送安全規則)	自動車運送事業においては過労運転防止対策のひとつとしてドライバーが睡眠不足であるか確認することを求める。
25								(公社)全日本トラック協会では「トラックドライバー睡眠マニュアル」を公開している。

(2) 既存の対策にみる課題

既存の対策にみる課題について、事例を踏まえ整理した。触覚刺激の対策は身体に直接的な負荷を与えるものの、薄層舗装を除き、居眠り・漫然運転により車線逸脱したことで効果が発揮する対策が多い。また、大型車が気づきにくく荷痛みが発生する可能性もあるため、未然に防ぐことができ、荷痛みが少ない新たな対策の提案が望まれる。視覚刺激の対策は実装されているものがあるものの、効果検証が期待でき道路本線上で活用できる手法が十分検証されていないため、新たな知見や対策の提案が望まれる。聴覚刺激の対策は、振動に対する副次的な音としてあるものの、音を主体とした既存の対策は十分検証されていないため、対策に望ましい音の種類・大きさ等の新たな知見や提案が望まれる。また、その他の既存対策のうち、広報による対策はチラシやポスター等の居眠り運転防止に対する関心を向上させることに留まることが多い。なお、グリシン等の摂取物やその他取組み、法令改正等に対する取組みは主に睡眠の質を向上させるものであり、日々の生活の中における対策である。

2-3 本委員会で得られた知見等

(1) 本委員会で得られた知見

本委員会で得られた知見を調査研究の項目ごとに整理した。眠気検知等ログデータの分析では、経過時間の増加に応じて覚醒割合が単調減少ではなく、1時間半をピークにやや回復傾向であった。また、走行再開後 30 分以内でも 3～5 割程度に眠気が生じている。視覚刺激の分析では、光刺激や眺望確保により眠気度の上昇が抑えられた。ただし、同刺激は繰り返すと効果が低減することに注意する必要がある。聴覚刺激の分析では、音響刺激により漫然運転の改善効果がみられた。特に、情動的な音響が効果的であった。会話刺激の分析では、ポジティブ感情が誘発される会話で眠気度が減少した。ただし、思考する量が増えるとむしろ眠気が増加する(副作用が大きくなる)。また、個人差の分析では ADHD 傾向者の眠気度が終止高い水準で推移していた。

(2) 調査研究における今後の課題

調査研究における今後の課題を表 2-2 に示す。

今後の課題について、調査研究の項目ごとに整理した。

表 2-2 調査研究における今後の課題

No.	調査研究内容	調査研究で得られた知見	知見の実装への影響有無	今後の課題
1	眠気検知等ログデータの活用	経過時間の増加に応じて覚醒割合が単調減少ではなく、1時間半をピークにやや回復傾向である。また、走行再開後30分以内でも3～5割程度に眠気が生じている。	有	道路構造等の他のデータを援用して眠気への影響要因を分析する。
2			有	眠気の周期性に対する考慮の検討を要する。
3	視覚刺激	視覚刺激の分析において、光刺激や眺望確保により眠気度の上昇が抑えられた。ただし、同刺激は繰り返すと効果が低減することに注意する必要がある。	有	光刺激が持つ安全運転に対する阻害要因の検討を要する。
4	聴覚刺激	聴覚刺激の分析において、音響刺激により漫然運転の改善効果がみられた。特に、情動的な音響が効果的であった。	有	音響刺激の種類、および惹起させる感情の属性による効果の差異を検証する。
5			有	音響刺激の付与の方法については検討を要する。
6			有	音響刺激のタイミング、継続時間について検討する。
7			無	何らかの感情の惹起が眠気の改善に効果的な場合は音響刺激以外でも感情を惹起させる手法を検討する。
8	会話刺激	会話刺激の分析において、ポジティブ感情が誘発される会話で眠気度が減少した。ただし、思考する量が増えるとむしろ眠気が増加する(副作用が大きくなる)。	有	長時間の会話を行った場合の効果を把握する。
9			有	会話による運転操作への影響を把握する。
10	個人差 (ADHD傾向者)	個人差の分析において、ADHD傾向者の眠気度は終止高い水準で推移していた。また、ADHD傾向者は運転操作(アクセル操作、ステアリング操作)の安定性が低く、パイロンの見落とし等に気づいていない可能性がある。	有	運転特性における安定性が低下する状況を特定する。
11			有	自身の運転に対するメタ認知における運転挙動と感情(簡易脳波計&アンケート)について分析する。
12			有	自身の運転に対するメタ認知における危険運転挙動と相関の高い質問項目を特定する。

2-4 知見の実装方法(案)と課題

(1) 知見の実装方法(案)

知見の実装方法(案)を表 2-3 に示す。

本研究で得られた知見を活かした居眠り運転防止対策の実装案について、委員の意見を基に整理した。また、対策の実装状況は運転時と非運転時に区分した。

眠気検知等ログデータの分析結果を活かした対策案は、運転時において一定の間隔ごとに眠気防止対策を実施する等、対策を行うタイミングや間隔に対する意見が多くみられた。一方、非運転時における知見の実装は SAPA のデジタルサイネージやチラシ等での啓発広報が想定された。また、非運転時では他の知見でも概ね同様の実装方法が想定されていた。そのため、以降の他の知見における実装方法(案)は運転時に絞って記述した。

視覚刺激を用いた実装案は、道路側において赤色回転灯や自発光デリニエータ等を一定の間隔ごとに設置することが考えられる。また、工事規制時といった特定の場所における視覚刺激として、路面点滅誘導灯等も同様である。一方、車内の対策ではヘッドアップディスプレイ等による視覚の刺激が考えられる。

聴覚刺激を用いた実装案は、道路側において指向性スピーカーや ETC2.0 によるアナウンス等が考えられる。また、車内の対策ではスマートフォンのアプリによる対策が想定された。具体例としては、NEXCO 中日本が実装している「みちラジ」に本知見結果をアナウンスすること等が考えられる。

会話刺激を用いた実装案は、概ね聴覚刺激と同様の実装案が想定された。具体例としては、NEXCO 中日本が開発中である「rhythm 高速道路モデル」を活用する方法等が考えられる。

個人差の分析に対しては、カーナビ等に運転特性診断ツールを組み込ませ、個人の運転特性に応じた車内アナウンスの実施が想定された。なお、その他の意見として、先行研究で得られた知見(カフェイン+短時間仮眠)を実装することが考えられる。

表 2-3 知見の実装方法(案)

No.	項目	運転・非運転	知見の実装方法案
1	眠気検知等 ログデータ	運転時	指向性スピーカーによるアナウンス、ETC2.0での車内アナウンス
2			カーナビ・スマホ等アプリケーションを用いた車内アナウンス
3			走行後1時間で休憩を促す仕組みはナビに実装されているため、同機能を得られた知見を踏まえて改修
4			視覚刺激、聴覚刺激、会話による効果検証
5			路側対策(およそ40～50km毎に)
6			スマホ等のアプリによる対策
7			車両側対策(30分毎または眠気検出後、ETC2.0やナビ等車両側デバイス)
8		非運転時	HP、TV、ラジオ、SAPAデジタルサイネージ、ハイウェイウオーカー、チラシ、ポスター等での啓発広報
9			(賛同いただければ、)JAF等機関の広報サイト、広報誌での啓発広報
10			交通安全キャンペーンや安全広報に活用
11	視覚刺激	運転時	赤色回転灯、自発光デリニエータ、スポットライト、ペースメーカーライト等の設置や遮音壁連続区間における部分的な透光板の採用(40、50kmごと等)
12			ヘッドアップディスプレイ等による車内での刺激創出(30分ごとや眠気検出後等)
13			工事規制時に、ミチテラ(路面点滅誘導灯)を活用して光刺激により車線誘導をする等の対策をしているところ
14		非運転時	HP、SAPAデジタルサイネージ、ハイウェイウオーカー、チラシ等での啓発広報
15			(賛同いただければ、)JAF等多方面の機関の広報サイト、広報誌での啓発広報
16			視覚刺激の実装場所が『眠気誘発ゾーン(仮称)』であることの広報を行い、間接的な注意喚起効果を期待
17	聴覚刺激	運転時	指向性スピーカーやETC2.0等によるアナウンス
18			カーナビスマホ等アプリケーションを用いた車内アナウンス
19			工事規制に衝突する事故が多発していることから、指向性スピーカーで警告を行う取組みを展開中(本研究の成果の活用が可能か)
20			みちラジの注意喚起機能への実装 https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5699.html https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5834.html
21			車両側、スマホ等デバイス側、路側等からの音響発信(30分毎または眠気検出後等)
22		非運転時	HP、SAPAデジタルサイネージ、ハイウェイウオーカー、チラシ等での啓発広報
23			(賛同いただければ、)JAF等多方面の機関の広報サイト、広報誌での啓発広報
24			実装場所が『眠気誘発ゾーン(仮称)』であることを、広く広報を行い、間接的な注意喚起効果を期待
25			交通安全キャンペーンや安全広報への活用
26			カーナビスマホ等アプリケーションを用いた車内アナウンス
27	会話刺激	運転時	景色に関する情報やその場所の解説、SAPAの情報を音声で伝える「rhythm高速道路モデル」を開発中であり、視野内情報会話安全意識向上会話を入れた情報提供アプリ。東名新東名で近日中にサービス開始予定。 開発開始時のプレスリリース： https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5568.html
28			スマホ等のデバイスのタイマー機能活用や専用アプリインストールにて、定期間隔でアラームとして提供
29			カーナビ機能にて、運転開始90分後や運転再開30分後に音声案内提供
30			スマホ等のアプリによる対策(高速に入ってから30分毎に)
31			車両側対策(30分毎または眠気検出後、ETC2.0やナビ等車両側音声デバイス)
32		非運転時	HP、SAPAデジタルサイネージ、ハイウェイウオーカー、チラシ等での啓発広報
33			(賛同いただければ、)JAF等多方面の機関の広報サイト、広報誌での啓発広報
34			交通安全キャンペーンや安全広報への活用
35	個人差 (ADHD傾向者)	運転時	カーナビ・スマホ等アプリケーションにおける運転特性診断ツール組入れ
36			個人の運転特性に応じた車内アナウンス
37		非運転時	運転特性診断ツールの構築
38			HP、TV、ラジオ、SAPAデジタルサイネージ、ハイウェイウオーカー、チラシ等での啓発広報
39			(賛同いただければ、)JAF等多方面の機関の広報サイト、広報誌での啓発広報
40			高速道路運転診断サイトを作る(ADHD傾向50点以上、36点以上、36点未満の3段階くらいで判定)
41			チラシやポスター等による現地広報(休憩施設等をイメージ)
42			運転診断アプリの構築による交通安全キャンペーンや安全広報への活用
43	その他	運転時	過去に居眠り防止対策委員会で示していただいたカフェイン摂取+短時間仮眠の効果を検証中(期間：令和6年2月19日～3月19日) https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5961.html
44			視覚、聴覚、触覚の異なるタイプの刺激の組合せによる効果の向上
45		非運転時	視覚、聴覚、触覚の異なるタイプの刺激の組合せによる効果の向上

(2) 知見の実装に向けた課題

知見の実装に向けた課題を表 2-4(1)、(2)に示す。

知見の実装案は複数提案されたものの、実装に向けて課題がみられた。そのため、研究面と実務面に区分して知見ごとに整理した。眠気検知等ログデータでは、研究面において具体的にどのような状況において眠気が生じやすいかのメカニズム解明に課題がみられた。実務面でも、研究面と類似な課題がみられた。また、対策を行うには道路インフラとして導入箇所の設定が困難となるため、効果的な対策位置の特定も課題となる。なお、本課題は他の知見でも同様である。

視覚刺激では、研究面において光に対する強度や色、設置間隔等の最適化に課題がみられた。実務面では、光に対するわき見運転が懸念された。また、研究面と同様に具体的な設定や設置方法に課題がみられた。

聴覚刺激では、研究面において視覚刺激と同様に音量や音色、内容等の最適化に課題がみられた。実務面では、研究面と同様に具体的な設定や設置方法に課題がみられた。また、音声周辺地域に音声スピルオーバー(道路外に音声漏れ聞こえてしまう)する課題が挙げられた。

会話刺激では、研究面において会話量や声の大きさ、声色、内容、タイミング等の最適化に課題がみられた。実務面では、車内でスマートフォン等のアプリを活用する時、わき見等を助長しないようにすることの課題がみられた。

個人差の分析では、研究面において不注意傾向や衝動性の傾向の特性が強い方および弱い方両方に効果的であるように、従来の安全対策や本研究の光・音・会話刺激を調整する必要があることなどに課題がみられた。実務面では、運転診断サイトの作成等、安全啓発方法に課題がみられた。

また、その他の課題として、コスト面や実装した対策への慣れに対する懸念等が挙げられた。

表 2-4(1) 知見の実装に向けた課題

No.	項目	実務・研究面	実装に向けた課題
1	眠気検知等 ログデータ	研究面	職業ドライバーに加えて、一般ドライバーの眠気発生傾向
2			眠気の発生傾向を出発時間、連続運転時間、休憩食事タイミング、道路構造、交通状況等の関係でパターン化(カーナビ等でドライバーに啓発する最適なタイミング頻度等のアルゴリズムを実装できるのでは(すでに実装されているものについてはより適切になるのではないか))
3			どういう時(場合)に眠気が生じやすいということを端的に言える結論があるとありがたい
4			職業ドライバーだけでなく、一般ドライバーとしての傾向把握も必要 (啓発対象者の多くは一般ドライバーとなることから)
5			一般ドライバーのエビデンスの確認
6			眠気出現時間場所とOD、交通状況、道路線形、道路構造などとの関係の解明
7		実務面	安全啓発広報の面では、新たな啓発キーワードの創出とその根拠データ類の整理 (多方面の機関に理解、協力を得るため)
8			事故多発地点と眠気観測地点との位置関係の特定 (いたるところとなると道路インフラとしては導入箇所の設定が難しい)
9			安全運転啓発に活用する場合、訴えるフレーズを検討
10			事前啓発のみでは効果が薄いと思慮
11			対策時の効果検証
12	視覚刺激	研究面	(光刺激を与えるとした場合は)光量、光色等の最適化 (光が強すぎるとドライバー及び同乗者から苦情)
13			光刺激を与える新たなシステムを開発する場合、仕様、設置間隔等の検討が必要
14			光刺激の副作用(明るい光源を見ることで、暗いものの見落とし等)の確認、照明との関係の整理が必要 (工事規制時のバルーン照明などは明るい、かえって見えづらい場合あり)
15			覚醒により効果的な視覚刺激がどのような表現(点滅移動)なのか比較検討が望ましい (警察協議)
16			PMLは事例があるが、光刺激は新規の協議が必要 ⇒既設の自発光デリを活用し、覚醒効果の検証を行うことも可能と思慮
17			効果的な視覚刺激の特定
18		実務面	安全啓発広報の面では、わき見運転を助長しないように、正しい理解醸成が必要(啓発シナリオの構築に工夫が必要)
19			事故多発地点と注意解放地点(眠気観測地点)との位置関係の特定 (いたるところとなると道路インフラとしては導入箇所の設定が難しい)
20			事故多発地点のどの程度上流に注意解放地点を設定すべきか、注意の解放のみでよい
21			光刺激を与える新たなシステムを開発する場合、仕様、設置間隔等の検討が必要
22			光刺激の副作用(明るい光源を見ることで、暗いものの見落とし等)の確認、照明との関係の整理が必要 (工事規制時のバルーン照明などは明るい、かえって見えづらい場合あり)
23			(路側：設置位置) スポットでの対策になるため、設置位置の設定が困難。 ⇒道路線形などの条件と関連付けができると、実装しやすくなると思慮
24			(路側：設置位置) 眠気発生は車両毎(運転手毎)に異なるので、路側へのスポット設置の実現性には疑問 ⇒路側設置は費用対効果が低いと思慮
25			(コスト) PMLは設置コストが高く上記同様、費用対効果が見込めない ⇒車両側での対応のほうが有効と思慮(OEM側の理解が得られるか?)
26			対策時の効果検証
27		研究面	音量、音色等の最適化
28			音を聞いた際にどのような行動をとるかを伝えられない課題がある。例えば、高速道路上の注意喚起音声 を共通化することなどの検討もしたい
29			机上検討結果について、走行中車両のドライバーへの聞こえ方も含めた刺激の与え方について、実走実験 などにより知見を深めることが望ましい
30			効果的な聴覚刺激の特定
31	聴覚刺激	実務面	安全啓発広報の面では、アプリ等操作によるわき見運転を助長しないように、正しい理解醸成が必要(啓発 シナリオの構築に工夫が必要)
32			事故多発地点と眠気観測地点との位置関係の特定(いたるところとなると道路インフラとしては導入箇所の 設定が難しい)
33			事故多発地点のどの程度上流に注意解放地点を設定すべきか
34			みちラジへ実装に対しては、どのようなタイミングで、どういう時に、どのような仕組みで音声を鳴らす かなどの検討が必要 (眠気検知等ログデータとも関連か?)
35			車の走行速度を考慮すると長い音は難しく、短い音で実装する方法の検討が必要
36			(路側：指向性スピーカー) スポットでの対策になるため、設置位置の設定が困難。 ⇒道路線形などの条件と関連付けができると、実装しやすくなると思慮 ⇒住居等の周辺環境への配慮が必要(設置位置の制約あり) ⇒車両の遮音性が高いため、運転手への刺激効果がある音量を提供可能か疑問
37			眠気発生は車両毎(運転手毎)に異なるので、路側へのスポット設置の実現性には疑問 ⇒路側設置は費用対効果が低いと思慮(車両側、スマホ等デバイス)
38			同じ音響に対する慣れ(効果低減) ⇒定期的に音響を変えるなどの工夫が必要
39			周辺地域への音声スビルオーバー
40			対策時の効果検証

表 2-4(2) 知見の実装に向けた課題

No.	項目	実務・研究面	実装に向けた課題
41	会話刺激	研究面	個人に応じた会話内容(生成AI等の活用)、会話量、音量、声色、タイミング等の最適化
42			DS実験の結果と同様の結果が得られるか検証可能。
43			rhythm高速道路モデルが眠気防止に効果があること検証したい
44		実務面	安全啓発広報の面では、アプリ等操作によるわき見運転を助長しないように、正しい理解醸成が必要(同乗者がいる場合には同乗者向け、同乗者がいない場合にはアプリ等の使用を前提とし啓発シナリオを組む必要有)
45			rhythm高速道路モデルに対して眠気防止に効果がある音声の実装方法構築
46			(路側：指向性スピーカー) スポットでの対策になるため、設置位置の設定が困難。 ⇒道路線形などの条件と関連付けができると、実装しやすくなると思慮 ⇒住居等の周辺環境への配慮が必要(設置位置の制約あり) ⇒車両の遮音性が高いため、運転手への刺激効果がある音量を提供可能か疑問
47			眠気発生は車両毎(運転手毎)に異なるので、路側へのスポット設置の実現性には疑問 ⇒路側設置は費用対効果が低いと思慮 (車両側、スマホ等デバイス)
48			車両毎の設定が可能なため、路側よりも効果が見込める ⇒カーナビ、スマホアプリ(交通情報の音声提供アプリ)などを活用
49			同じ音響に対する慣れ(効果低減) ⇒定期的に音響を変えるなどの工夫が必要
50			対策時の効果検証
51	個人差 (ADHD傾向者)	研究面	従来の交通安全対策や本研究の光音会話刺激のADHD傾向者に向けた対応の必要性 高速道路運転診断サイトに登録される個人情報を活用して、高速道路ユーザーのADHD傾向を把握？ AI活用により、より効果的な検証を行うことができないか？ (ADHD傾向に関するデータ蓄積、及び傾向分析にはAI活用も考慮)
52			運転診断アプリの活用による交通安全性の向上効果の確認
53			安全啓発広報の面では、ADHD傾向者以外は問題なしとはならないように、啓発シナリオを構築する必要
54			運転診断サイトの作成方法、訴求方法等の検討が必要
55		実務面	直接、ADHDのキーワードを出すとは敬遠されがちなので、『本日の運転適性判断(占い)』などと異なる形式で簡易判定実施、などの工夫が必要
56			
57	その他	-	東名新東名の事例ではいたる所で眠気が観測されているとの報告があった。全般的に言えることだが、道路インフラ側としてはいたるところで各種対策を行うことはコスト面で難しい。事故多発地点等対策位置の設定が必要。
58		-	実装した各種対策への慣れ抑制の工夫。
59		-	いたるところで眠気が観測される要因として個人の疲労状況があると思われるため、個人の運転計画に応じて最適なタイミング頻度等で啓発、休憩を促すなど、カーナビ、スマホ等アプリケーションの充実が図られることが望ましい。開発を動機づけるシナリオが必要。
60		-	運転特性(ADHD傾向)については、個人の自覚をどう促すか (直接は促さずに運転中にアプリケーションが補う方法もあり得る)
61		-	路側対策について、継続的な効果を行うために刺激対策への慣れ防止施策検討が必要
62		-	多様なドライバーが走行する状態で、路側対応はどうしても費用大・効果限定であることから、費用対効果が小さく評価されがちになる。車両側での対応はドライバーとの『対』の関係が成立しているので、より効果的と思慮。
63			