表 1．対象者の年齢分布

	N	(%)
20 歳代	72	(1.5)
30 歳代	459	(9.7)
40 歳代	1258	(26.6)
50 歳代	1555	(32.8)
60 歳代以上	1391	(29.4)

表 2．対象者の婚姻状況

	N	(%)
未婚	482	(10.2)
既婚（含内縁・再婚）	3940	(83.6)
離婚	225	(4.8)
死別	62	(1.3)
その他	2	(0.0)
不明	24	

表 3．対象者の最終学歴

	N	(%)
小・中学校	343	(7.2)
高等学校	2079	(43.9)
専門学校	238	(5.0)
短大・高専	251	(5.3)
大学	1235	(26.1)
大学院	547	(11.6)
その他	42	(0.9)
不明	0	

表 4．入構日

	N	(%)
事故発生～2011 年 5 月末	2787	(60.6)
2011 年 6 月～7 月末	798	(17.3)
2011 年 8 月～9 月末	427	(9.3)
2011 年 10 月～12 月末	590	(12.8)
不明	133	

表 5．緊急作業を行った日数

	N	(%)
5 日以内	1409	(30.2)
6 日～10 日	513	(11.0)
11 日～30 日	786	(16.9)
31 日～100 日	725	(15.6)
101 日以上	1227	(26.3)
不明	75	

表 6．作業内容（複数回答可）

	N	(%)
土木建築	1511	(31.9)
原子炉制御	1454	(30.7)
線量管理	565	(11.9)
資材管理	583	(12.3)
その他	2957	(62.4)

表 7．主な作業内容

	N	(%)
土木建築	992	(21.0)
原子炉制御	1004	(21.3)
線量管理	366	(7.8)
資材管理	145	(3.1)
その他	2211	(46.9)
不明	17	

表 8．K6 の得点分布

	N	(%)
0	1952	(41.6)
1	440	(9.4)
2	395	(8.4)
3	314	(6.7)
4	258	(5.5)
5	217	(4.6)
6	236	(5.0)
7	164	(3.5)
8	160	(3.4)
9	99	(2.1)
10	84	(1.8)
11	62	(1.3)
12	84	(1.8)
13	46	(1.0)
14	42	(0.9)
15	32	(0.7)
16	20	(0.4)
17	15	(0.3)
18	22	(0.5)
19	8	(0.2)
20	15	(0.3)
21	9	(0.2)
22	5	(0.1)
23	1	(0.0)
24	10	(0.2)
不明	45	

表 9．AUDIT の得点分布

	N	(%)
0	260	(6.0)
1	172	(3.9)
2	266	(6.1)
3	237	(5.4)
4	330	(7.6)
5	394	(9.0)
6	382	(8.8)
7	327	(7.5)
8	265	(6.1)
9	220	(5.0)
10	224	(5.1)
11	201	(4.6)
12	177	(4.1)
13	177	(4.1)
14	134	(3.1)
15	126	(2.9)
16	109	(2.5)
17	85	(1.9)
18	60	(1.4)
19	50	(1.1)
20	46	(1.1)
21	35	(0.8)
22	27	(0.6)
23	12	(0.3)
24	16	(0.4)
25	11	(0.3)
26	5	(0.1)
27	4	(0.1)
28	2	(0.0)
29	4	(0.1)
31	1	(0.0)
不明	376	

表 10. AIS の得点分布

	N	(%)
0	522	(11.2)
1	640	(13.7)
2	651	(14.0)
3	594	(12.7)
4	501	(10.8)
5	434	(9.3)
6	325	(7.0)
7	268	(5.8)
8	236	(5.1)
9	139	(3.0)
10	111	(2.4)
11	67	(1.4)
12	48	(1.0)
13	36	(0.8)
14	31	(0.7)
15	20	(0.4)
16	15	(0.3)
17	3	(0.1)
18	3	(0.1)
19	3	(0.1)
20	4	(0.1)
21	5	(0.1)
22	1	(0.0)
23	2	(0.0)
24	1	(0.0)
不明	75	

表 11．IES-R の得点分布（不明：53 名）

	N	(%)		*N*	(%)
0	2459	(52.5)	35	7	(0.1)
1	424	(9.1)	36	7	(0.1)
2	294	(6.3)	37	7	(0.1)
3	227	(4.8)	38	2	(0.0)
4	160	(3.4)	39	3	(0.1)
5	123	(2.6)	40	4	(0.1)
6	106	(2.3)	42	2	(0.0)
7	78	(1.7)	43	4	(0.1)
8	72	(1.5)	44	4	(0.1)
9	73	(1.6)	45	6	(0.1)
10	52	(1.1)	46	5	(0.1)
11	40	(0.9)	47	1	(0.0)
12	48	(1.0)	49	1	(0.0)
13	36	(0.8)	50	3	(0.1)
14	47	(1.0)	51	4	(0.1)
15	41	(0.9)	52	3	(0.1)
16	29	(0.6)	53	1	(0.0)
17	26	(0.6)	54	3	(0.1)
18	23	(0.5)	55	1	(0.0)
19	25	(0.5)	56	1	(0.0)
20	31	(0.7)	58	1	(0.0)
21	23	(0.5)	59	3	(0.1)
22	20	(0.4)	65	1	(0.0)
23	14	(0.3)	66	3	(0.1)
24	15	(0.3)	67	2	(0.0)
25	13	(0.3)	68	2	(0.0)
26	21	(0.4)	70	2	(0.0)
27	14	(0.3)	71	1	(0.0)
28	8	(0.2)	72	1	(0.0)
29	10	(0.2)	74	1	(0.0)
30	5	(0.1)	76	2	(0.0)
31	4	(0.1)	78	1	(0.0)
32	7	(0.1)	79	1	(0.0)
33	10	(0.2)	84	2	(0.0)
34	9	(0.2)	88	3	(0.1)

表 12．IES-R 侵入症状の得点分布

	N	(%)
0	2915	(62.0)
1	558	(11.9)
2	320	(6.8)
3	179	(3.8)
4	156	(3.3)
5	120	(2.6)
6	81	(1.7)
7	73	(1.6)
8	70	(1.5)
9	41	(0.9)
10	34	(0.7)
11	30	(0.6)
12	16	(0.3)
13	12	(0.3)
14	8	(0.2)
15	13	(0.3)
16	14	(0.3)
17	9	(0.2)
18	14	(0.3)
19	4	(0.1)
20	3	(0.1)
21	3	(0.1)
22	4	(0.1)
23	2	(0.0)
24	4	(0.1)
26	2	(0.0)
27	5	(0.1)
28	2	(0.0)
29	1	(0.0)
30	3	(0.1)
32	6	(0.1)
不明	33	

表 13．IES-R 回避症状の得点分布

	N	(%)
0	3087	(65.5)
1	411	(8.7)
2	256	(5.4)
3	198	(4.2)
4	154	(3.3)
5	96	(2.0)
6	90	(1.9)
7	62	(1.3)
8	76	(1.6)
9	36	(0.8)
10	43	(0.9)
11	29	(0.6)
12	31	(0.7)
13	27	(0.6)
14	13	(0.3)
15	20	(0.4)
16	16	(0.3)
17	15	(0.3)
18	6	(0.1)
19	6	(0.1)
20	6	(0.1)
21	5	(0.1)
22	5	(0.1)
23	2	(0.0)
24	3	(0.1)
25	5	(0.1)
26	3	(0.1)
27	4	(0.1)
28	4	(0.1)
29	1	(0.0)
30	1	(0.0)
32	5	(0.1)
不明	19	

表 14. IES-過覚醒症状の得点分布

	N	(%)
0	3454	(73.3)
1	435	(9.2)
2	206	(4.4)
3	142	(3.0)
4	136	(2.9)
5	87	(1.8)
6	66	(1.4)
7	39	(0.8)
8	31	(0.7)
9	25	(0.5)
10	16	(0.3)
11	12	(0.3)
12	7	(0.1)
13	11	(0.2)
14	6	(0.1)
15	11	(0.2)
16	7	(0.1)
17	1	(0.0)
18	5	(0.1)
19	4	(0.1)
21	1	(0.0)
22	2	(0.0)
23	1	(0.0)
24	7	(0.1)
不明	23	

表 15. スティグマの得点分布

	N	(%)		*N*	(%)
0	2621	(56.0)	22	14	(0.3)
1	433	(9.3)	23	7	(0.1)
2	350	(7.5)	24	8	(0.2)
3	208	(4.4)	25	6	(0.1)
4	184	(3.9)	26	11	(0.2)
5	105	(2.2)	27	6	(0.1)
6	109	(2.3)	28	8	(0.2)
7	80	(1.7)	29	8	(0.2)
8	83	(1.8)	30	2	(0.0)
9	52	(1.1)	31	5	(0.1)
10	58	(1.2)	32	5	(0.1)
11	35	(0.7)	33	1	(0.0)
12	40	(0.9)	34	4	(0.1)
13	35	(0.7)	35	4	(0.1)
14	44	(0.9)	36	2	(0.0)
15	23	(0.5)	40	4	(0.1)
16	22	(0.5)	43	3	(0.1)
17	19	(0.4)	48	2	(0.0)
18	21	(0.4)	51	1	(0.0)
19	23	(0.5)	52	2	(0.0)
20	17	(0.4)	53	1	(0.0)
21	10	(0.2)	56	3	(0.1)
			不明	56	

表 16. 日常場面における上司支援の得点分布

	N	(%)
3	198	(4.3)
4	166	(3.6)
5	223	(4.8)
6	817	(17.7)
7	675	(14.6)
8	636	(13.8)
9	845	(18.3)
10	383	(8.3)
11	205	(4.4)
12	477	(10.3)
不明	110	

表 17. 日常場面における同僚支援の得点分布

	N	(%)
3	113	(2.4)
4	90	(1.9)
5	166	(3.6)
6	661	(14.3)
7	750	(16.2)
8	636	(13.7)
9	992	(21.4)
10	460	(9.9)
11	216	(4.7)
12	544	(11.8)
不明	107	

表 18. 日常場面における家族・友人支援の得点分布

	N	(%)
3	43	(0.9)
4	29	(0.6)
5	52	(1.1)
6	308	(6.6)
7	236	(5.0)
8	359	(7.7)
9	950	(20.3)
10	509	(10.9)
11	454	(9.7)
12	1734	(37.1)
不明	61	

表 19. 緊急作業当時の上司支援の得点分布

	N	(%)
3	244	(5.2)
4	158	(3.4)
5	191	(4.1)
6	891	(19.1)
7	503	(10.8)
8	475	(10.2)
9	946	(20.3)
10	312	(6.7)
11	209	(4.5)
12	733	(15.7)
不明	73	

表 20. 緊急作業当時の同僚支援の得点分布

	N	(%)
3	148	(3.2)
4	104	(2.2)
5	163	(3.5)
6	791	(16.9)
7	551	(11.8)
8	491	(10.5)
9	1117	(23.9)
10	369	(7.9)
11	190	(4.1)
12	744	(15.9)
不明	67	

表 21. 緊急作業当時の家族・友人支援の得点分布

	N	(%)
3	152	(3.2)
4	92	(2.0)
5	118	(2.5)
6	644	(13.7)
7	345	(7.4)
8	405	(8.6)
9	1021	(21.8)
10	342	(7.3)
11	244	(5.2)
12	1321	(28.2)
不明	51	

表 22. ライフイベントの得点分布

	N	(%)
0	1952	(41.2)
1	1755	(37.1)
2	738	(15.6)
3	209	(4.4)
4	81	(1.7)

表 23. ライフイベント体験の内訳

	N	(%)
仕事	1367	(28.9)
病気	1122	(23.7)
個人的問題	547	(11.6)
家族の問題	1146	(24.2)

表 24. BSCP：問題解決の得点分布

	N	(%)
3	87	(1.8)
4	40	(0.9)
5	108	(2.3)
6	337	(7.2)
7	312	(6.6)
8	317	(6.7)
9	729	(15.5)
10	588	(12.5)
11	613	(13.0)
12	1572	(33.4)
不明	32	

表 25．BSCP：相談の得点分布

	N	(%)
3	258	(5.5)
4	229	(4.9)
5	331	(7.1)
6	600	(12.8)
7	540	(11.5)
8	577	(12.3)
9	728	(15.5)
10	481	(10.2)
11	337	(7.2)
12	614	(13.1)
不明	40	

表 26．BSCP：気分転換の得点分布

	N	(%)
3	559	(11.9)
4	436	(9.3)
5	569	(12.1)
6	906	(19.3)
7	541	(11.5)
8	476	(10.1)
9	545	(11.6)
10	243	(5.2)
11	161	(3.4)
12	261	(5.6)
不明	38	

表 27．BSCP：情動発散の得点分布

	N	(%)
3	2713	(57.6)
4	883	(18.8)
5	578	(12.3)
6	305	(6.5)
7	103	(2.2)
8	56	(1.2)
9	51	(1.1)
10	9	(0.2)
11	3	(0.1)
12	8	(0.2)
不明	26	

表 28．BSCP：逃避の得点分布

	N	(%)
3	1065	(22.7)
4	666	(14.2)
5	873	(18.6)
6	1065	(22.7)
7	427	(9.1)
8	257	(5.5)
9	201	(4.3)
10	59	(1.3)
11	32	(0.7)
12	49	(1.0)
不明	41	

表 29. BSCP：発想転換の得点分布

	N	(%)
3	234	(5.0)
4	309	(6.6)
5	502	(10.7)
6	1010	(21.5)
7	740	(15.8)
8	595	(12.7)
9	650	(13.8)
10	296	(6.3)
11	171	(3.6)
12	190	(4.0)
不明	38	

表 30. SOC-UTHS の得点分布

	N	(%)
3	26	(0.6)
4	4	(0.1)
5	11	(0.2)
6	36	(0.8)
7	22	(0.5)
8	35	(0.8)
9	80	(1.7)
10	99	(2.1)
11	143	(3.1)
12	416	(8.9)
13	325	(7.0)
14	462	(9.9)
15	734	(15.8)
16	515	(11.1)
17	558	(12.0)
18	851	(18.3)
19	146	(3.1)
20	61	(1.3)
21	126	(2.7)
不明	85	

表 31. 自尊感情の得点分布

	N	(%)		*N*	(%)
10	3	(0.1)	31	172	(3.7)
11	2	(0.0)	32	199	(4.3)
12	4	(0.1)	33	219	(4.7)
13	5	(0.1)	34	238	(5.1)
14	5	(0.1)	35	270	(5.8)
15	8	(0.2)	36	284	(6.1)
16	4	(0.1)	37	234	(5.0)
17	4	(0.1)	38	263	(5.6)
18	11	(0.2)	39	235	(5.0)
19	20	(0.4)	40	257	(5.5)
20	23	(0.5)	41	235	(5.0)
21	24	(0.5)	42	201	(4.3)
22	35	(0.8)	43	209	(4.5)
23	46	(1.0)	44	139	(3.0)
24	49	(1.1)	45	138	(3.0)
25	55	(1.2)	46	147	(3.2)
26	76	(1.6)	47	87	(1.9)
27	104	(2.2)	48	51	(1.1)
28	129	(2.8)	49	32	(0.7)
29	153	(3.3)	50	39	(0.8)
30	250	(5.4)	不明	76	

表 32．特性的自己効力感尺度の得点分布

	N	(%)		*N*	(%)		*N*	(%)
25	1	(0.0)	58	38	(0.8)	87	82	(1.8)
27	3	(0.1)	59	54	(1.2)	88	80	(1.7)
28	1	(0.0)	60	49	(1.1)	89	81	(1.8)
30	4	(0.1)	61	55	(1.2)	90	90	(2.0)
31	4	(0.1)	62	70	(1.5)	91	56	(1.2)
33	3	(0.1)	63	65	(1.4)	92	56	(1.2)
34	3	(0.1)	64	85	(1.9)	93	48	(1.0)
36	3	(0.1)	65	112	(2.4)	94	48	(1.0)
37	1	(0.0)	66	104	(2.3)	95	35	(0.8)
38	1	(0.0)	67	113	(2.5)	96	34	(0.7)
39	5	(0.1)	68	111	(2.4)	97	29	(0.6)
40	5	(0.1)	69	175	(3.8)	98	31	(0.7)
41	5	(0.1)	70	132	(2.9)	99	25	(0.5)
42	3	(0.1)	71	133	(2.9)	100	16	(0.3)
43	5	(0.1)	72	141	(3.1)	101	15	(0.3)
44	5	(0.1)	73	140	(3.1)	102	18	(0.4)
45	1	(0.0)	74	160	(3.5)	103	27	(0.6)
46	12	(0.3)	75	151	(3.3)	104	16	(0.3)
47	10	(0.2)	76	180	(3.9)	105	11	(0.2)
48	8	(0.2)	77	140	(3.1)	106	7	(0.2)
49	18	(0.4)	78	152	(3.3)	107	6	(0.1)
50	21	(0.5)	79	155	(3.4)	108	9	(0.2)
51	15	(0.3)	80	174	(3.8)	109	8	(0.2)
52	21	(0.5)	81	148	(3.2)	110	5	(0.1)
53	21	(0.5)	82	154	(3.4)	111	6	(0.1)
54	19	(0.4)	83	118	(2.6)	112	2	(0.0)
55	20	(0.4)	84	115	(2.5)	113	4	(0.1)
56	42	(0.9)	85	113	(2.5)	114	1	(0.0)
57	38	(0.8)	86	100	(2.2)	115	6	(0.1)
						不明	148	

表 33．CD-RISC2 の得点分布

	N	(%)
0	37	(0.8)
1	20	(0.4)
2	102	(2.2)
3	164	(3.6)
4	842	(18.2)
5	829	(17.9)
6	1329	(28.8)
7	562	(12.2)
8	734	(15.9)
不明	116	

表 34．仕事・生活満足の得点分布

	N	(%)
2	79	(1.7)
3	123	(2.6)
4	509	(10.9)
5	808	(17.4)
6	1628	(35.0)
7	925	(19.9)
8	582	(12.5)
不明	81	

表 35. 精神的健康に関する尺度得点の入構時期別比較

	3–5月		6–7月		8–9月		10–12月		1月–					
	N (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*F*	*p*	χ^2	*p*
K6	2763 (10.2)	3.3 (4.5)	790 (8.7)	3.1 (4.3)	422 (8.8)	3.1 (4.1)	385 (6.5)	2.7 (3.8)	198 (11.1)	3.5 (4.3)	1.70	.148	6.87	.143
AUDIT	2565 (12.9)	7.9 (5.4)	738 (14.6)	8.1 (5.7)	393 (16.5)	8.5 (5.8)	366 (11.7)	7.7 (5.2)	183 (12.6)	7.9 (5.4)	1.44	.218	5.71	.222
IER-R	2757 (4.6)	4.7 (9.8)	788 (3.3)	3.7 (8.6)	423 (3.3)	3.3 (7.6)	386 (3.1)	3.0 (7.0)	198 (4.0)	4.9 (10.6)	5.76	.000	4.48	.344
侵入症状	2772	1.8 (3.8)	789	1.4 (3.4)	424	1.2 (2.8)	387	1.1 (2.4)	199	2.0 (4.4)	7.08	.000		
回避症状	2778	1.9 (4.1)	796	1.4 (3.5)	424	1.2 (3.1)	387	1.3 (3.3)	199	1.9 (3.9)	6.60	.000		
過覚醒症状	2775	1.0 (2.7)	794	0.9 (2.4)	426	0.9 (2.3)	388	0.6 (1.8)	198	1.2 (2.9)	2.56	.037		
AIS	2749 (28.2)	4.1 (3.4)	783 (27.8)	4.2 (3.6)	417 (29.0)	4.1 (3.5)	383 (25.1)	3.7 (3.2)	198 (29.8)	4.3 (3.9)	1.55	.186	2.23	.694

K6, AUDIT, IES-R, AISの(%)は基準値以上の有所見者の割合
IES-Rの多重比較結果（p<.05）：3–5月>6–7月・8–9月・10–12月
侵入症状の多重比較結果（p<.05）：3–5月>6–7月・8–9月・10–12月，1月–>10–12月
回避症状の多重比較結果（p<.05）：3–5月>6–7月・8–9月・10–12月
過覚醒症状の多重比較結果（p<.05）：3–5月>10–12月

表 36–1. 精神的健康に関する尺度得点の緊急作業日数別比較

	≤5日		≤10日		≤30日		≤100日		≥101日					
	N (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*N* (%)	*M* (*SD*)	*F*	*p*	χ^2	*p*
K6	1401 (5.3)	2.3 (3.6)	508 (8.3)	2.9 (4.4)	781 (8.6)	3.2 (4.2)	715 (12.3)	3.8 (4.5)	1212 (14.6)	4.2 (4.9)	37.33	.000	72.34	.000
AUDIT	1315 (12.8)	8.0 (5.3)	474 (14.1)	8.2 (5.6)	720 (12.6)	7.9 (5.5)	654 (14.5)	8.2 (5.7)	1130 (14.5)	7.9 (5.5)	0.60	.663	2.71	.607
IER-R	1397 (2.0)	2.6 (6.6)	506 (2.8)	2.9 (7.4)	779 (3.3)	3.9 (9.2)	713 (5.0)	4.8 (10.2)	1215 (7.2)	6.9 (11.4)	40.94	.000	49.10	.000
侵入症状	1401	1.0 (2.6)	509	1.2 (3.0)	782	1.5 (3.6)	716	1.8 (3.7)	1221	2.6 (4.5)	36.29	.000		
回避症状	1406	1.2 (3.0)	510	1.2 (3.0)	785	1.6 (3.9)	721	1.8 (4.2)	1220	2.8 (4.7)	33.94	.000		
過覚醒症状	1405	0.5 (1.8)	512	0.6 (2.0)	783	0.9 (2.5)	717	1.2 (2.9)	1222	1.6 (3.1)	35.86	.000		
AIS	1395 (23.9)	3.7 (3.2)	503 (24.3)	3.8 (3.3)	774 (27.5)	4.1 (3.3)	714 (33.2)	4.5 (3.6)	1205 (32.9)	4.5 (3.7)	13.32	.000	38.53	.000

K6, AUDIT, IES-R, AISの(%)は基準値以上の有所見者の割合

表 36–2. 精神的健康に関する尺度得点の緊急作業日数別比較の多重比較結果

	K6				IES-R				侵入症状				回避症状				過覚醒症状				AIS			
	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100	≤5	≤10	≤30	≤100
≤10	.04				.98				.89				1.00				.99				.99			
≤30	.00	.79			.01	.29			.01	.35			.12	.38			.01	.20			.08	.53		
≤100	.00	.00	.04		.00	.00	.26		.00	.02	.66		.00	.02	.64		.00	.00	.08		.00	.00	.11	
≥101	.00	.00	.00	.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.04	1.00

表 37. 精神的健康に関する尺度得点間の相関係数

	K6			IER-R			侵入症状			回避症状			過覚醒症状			AUDIT			AIS		
	N	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*	*N*	*α/r*	*p*
K6	4690	.900																			
IER-R	4643	.541	.000	4682	.962																
侵入症状	4662	.515	.000	4682	.950	.000	4702	.920													
回避症状	4676	.492	.000	4682	.936	.000	4691	.817	.000	4716	.904										
過覚醒症状	4672	.540	.000	4682	.916	.000	4691	.845	.000	4702	.773	.000	4712	.892							
AUDIT	4328	.078	.000	4325	.070	.000	4340	.074	.000	4347	.051	.001	4349	.072	.000	4359	.803				
AIS	4621	.511	.000	4619	.457	.000	4635	.440	.000	4647	.386	.000	4645	.495	.000	4307	.128	.000	4660	.847	

同尺度間の係数はCronbach's α係数

表 38. 精神的健康に関する尺度得点と個人要因等の相関係数

	K6			IER-R			侵入症状			回避症状			過覚醒症状			AUDIT			AIS		
	N	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*	*N*	*r*	*p*
スティグマ	4639	.416	.000	4637	.673	.000	4655	.628	.000	4667	.651	.000	4665	.603	.000	4317	.050	.001	4614	.325	.000
日常場面の支援																					
上司	4587	-.280	.000	4581	-.242	.000	4600	-.223	.000	4612	-.227	.000	4609	-.250	.000	4273	-.011	.458	4560	-.286	.000
同僚	4587	-.285	.000	4586	-.234	.000	4604	-.211	.000	4615	-.224	.000	4613	-.243	.000	4277	-.002	.889	4563	-.287	.000
家族・友人	4633	-.247	.000	4631	-.167	.000	4650	-.142	.000	4660	-.152	.000	4657	-.188	.000	4310	-.023	.125	4605	-.252	.000
緊急作業時の支援																					
上司	4624	-.272	.000	4616	-.258	.000	4635	-.237	.000	4649	-.238	.000	4645	-.259	.000	4302	.026	.091	4593	-.246	.000
同僚	4628	-.256	.000	4621	-.247	.000	4640	-.225	.000	4654	-.236	.000	4650	-.247	.000	4310	.029	.061	4599	-.248	.000
家族・友人	4643	-.176	.000	4637	-.153	.000	4657	-.129	.000	4670	-.155	.000	4666	-.138	.000	4320	-.012	.418	4613	-.197	.000
ライフイベント	4690	.338	.000	4682	.319	.000	4702	.304	.000	4716	.287	.000	4712	.321	.000	4359	.076	.000	4660	.347	.000
BSCP																					
問題解決	4660	-.153	.000	4657	-.060	.000	4677	-.048	.001	4689	-.057	.000	4685	-.082	.000	4334	.032	.034	4632	-.084	.000
相談	4654	-.157	.000	4650	-.102	.000	4669	-.083	.000	4683	-.096	.000	4679	-.109	.000	4329	.003	.846	4629	-.139	.000
気分転換	4654	.067	.000	4650	.097	.000	4670	.096	.000	4683	.096	.000	4679	.085	.000	4331	-.015	.330	4625	.028	.059
情動発散	4668	.192	.000	4664	.161	.000	4684	.146	.000	4695	.147	.000	4692	.178	.000	4341	.064	.000	4640	.148	.000
逃避	4652	.189	.000	4650	.147	.000	4669	.125	.000	4681	.149	.000	4678	.142	.000	4330	.047	.002	4624	.193	.000
発想転換	4654	-.038	.009	4652	-.003	.857	4670	.004	.783	4683	.005	.738	4681	-.013	.379	4333	.040	.008	4627	-.069	.000
SOC-UTHS	4610	-.258	.000	4606	-.160	.000	4624	-.140	.000	4638	-.151	.000	4635	-.174	.000	4296	.035	.021	4588	-.232	.000
自尊感情	4622	-.396	.000	4615	-.248	.000	4634	-.224	.000	4646	-.225	.000	4644	-.262	.000	4305	-.011	.489	4596	-.363	.000
自己効力感	4547	-.277	.000	4548	-.149	.000	4566	-.117	.000	4574	-.146	.000	4574	-.169	.000	4245	.003	.843	4522	-.290	.000
CD-RISC2	4579	-.300	.000	4575	-.190	.000	4595	-.173	.000	4605	-.183	.000	4602	-.194	.000	4268	.018	.229	4550	-.288	.000
生活・仕事満足感	4614	-.364	.000	4609	-.266	.000	4628	-.243	.000	4641	-.241	.000	4637	-.288	.000	4298	-.060	.000	4586	-.414	.000

表 39–1. K6 を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.18	.16	–	.20	.000	.25	1.16
日常場面の支援	上司	.01	-.09	–	.11	.837	.01	4.48
	同僚	-.11	-.21	–	.00	.046	-.06	4.54
	家族・友人	-.11	-.18	–	-.03	.004	-.06	2.13
緊急作業時の支援	上司	-.11	-.20	–	-.01	.029	-.07	5.17
	同僚	.08	-.03	–	.18	.152	.04	5.26
	家族・友人	.06	.00	–	.12	.044	.04	2.05
ライフイベント		.67	.55	–	.79	.000	.16	1.17
BSCP	問題解決	-.07	-.14	–	-.01	.035	-.04	1.81
	相談	-.04	-.10	–	.01	.127	-.03	1.83
	気分転換	.08	.03	–	.12	.002	.05	1.23
	情動発散	.19	.10	–	.28	.000	.06	1.23
	逃避	.01	-.06	–	.08	.693	.01	1.59
	発想転換	.07	.01	–	.13	.014	.04	1.39
SOC-UTHS		-.05	-.09	–	.00	.064	-.03	1.79
自尊感情		-.12	-.15	–	-.10	.000	-.21	2.06
自己効力感		.02	.00	–	.03	.014	.05	2.50
CD-RISC2		-.16	-.25	–	-.07	.001	-.06	1.85
生活・仕事満足感		-.26	-.37	–	-.16	.000	-.08	1.62
Adjusted R^2		.32						

表 39–2. IES-R を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.87	.83	–	.90	.000	.58	1.16
日常場面の支援	上司	-.33	-.51	–	-.15	.000	-.09	4.48
	同僚	.16	-.03	–	.36	.106	.04	4.54
	家族・友人	-.13	-.27	–	.01	.065	-.03	2.13
緊急作業時の支援	上司	.06	-.12	–	.24	.535	.02	5.17
	同僚	-.29	-.49	–	-.10	.003	-.08	5.26
	家族・友人	.12	.00	–	.23	.041	.03	2.05
ライフイベント		1.03	.81	–	1.26	.000	.11	1.17
BSCP	問題解決	.07	-.05	–	.19	.262	.02	1.81
	相談	-.16	-.27	–	-.05	.003	-.05	1.83
	気分転換	.16	.07	–	.25	.000	.05	1.23
	情動発散	.26	.09	–	.43	.003	.04	1.23
	逃避	-.03	-.16	–	.10	.624	-.01	1.59
	発想転換	.12	.01	–	.22	.033	.03	1.39
SOC-UTHS		-.08	-.17	–	.01	.073	-.03	1.79
自尊感情		-.08	-.12	–	-.03	.000	-.06	2.06
自己効力感		.05	.02	–	.07	.000	.07	2.50
CD-RISC2		-.15	-.32	–	.02	.077	-.03	1.85
生活・仕事満足感		-.02	-.21	–	.17	.866	.00	1.62
Adjusted R^2		.47						

表 39–3. IES-R 侵入症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.31	.29	–	.33	.000	.54	1.16
日常場面の支援	上司	-.12	-.20	–	-.05	.001	-.08	4.48
	同僚	.08	.00	–	.16	.042	.05	4.54
	家族・友人	-.02	-.08	–	.04	.509	-.01	2.13
緊急作業時の支援	上司	.00	-.07	–	.07	.991	.00	5.17
	同僚	-.11	-.19	–	-.03	.010	-.07	5.26
	家族・友人	.04	-.01	–	.09	.086	.03	2.05
ライフイベント		.40	.31	–	.49	.000	.11	1.17
BSCP	問題解決	.03	-.02	–	.08	.184	.02	1.81
	相談	-.06	-.11	–	-.02	.005	-.05	1.83
	気分転換	.06	.02	–	.10	.001	.04	1.23
	情動発散	.09	.02	–	.16	.011	.04	1.23
	逃避	-.03	-.08	–	.02	.258	-.02	1.59
	発想転換	.04	-.01	–	.08	.117	.02	1.39
SOC-UTHS		-.02	-.06	–	.01	.192	-.02	1.79
自尊感情		-.04	-.05	–	-.02	.000	-.07	2.06
自己効力感		.02	.01	–	.03	.000	.09	2.50
CD-RISC2		-.04	-.11	–	.03	.212	-.02	1.85
生活・仕事満足感		.00	-.08	–	.08	.970	.00	1.62
Adjusted R^2		.40						

表 39–4. IES-R 回避症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.35	.34	-	.37	.000	.57	1.16
日常場面の支援	上司	-.14	-.22	-	-.06	.000	-.09	4.48
	同僚	.05	-.03	-	.14	.232	.03	4.54
	家族・友人	-.03	-.09	-	.03	.380	-.02	2.13
緊急作業時の支援	上司	.07	-.01	-	.15	.079	.05	5.17
	同僚	-.13	-.22	-	-.05	.003	-.09	5.26
	家族・友人	.00	-.05	-	.05	.945	.00	2.05
ライフイベント		.34	.24	-	.44	.000	.09	1.17
BSCP	問題解決	.03	-.02	-	.09	.206	.02	1.81
	相談	-.07	-.11	-	-.02	.006	-.05	1.83
	気分転換	.07	.03	-	.10	.001	.05	1.23
	情動発散	.07	.00	-	.15	.048	.03	1.23
	逃避	.02	-.04	-	.07	.598	.01	1.59
	発想転換	.05	.01	-	.10	.027	.03	1.39
SOC-UTHS		-.03	-.07	-	.01	.164	-.02	1.79
自尊感情		-.02	-.04	-	.00	.037	-.04	2.06
自己効力感		.02	.00	-	.03	.005	.06	2.50
CD-RISC2		-.09	-.16	-	-.01	.023	-.04	1.85
生活・仕事満足感		.05	-.04	-	.13	.259	.02	1.62
Adjusted R^2		.42						

表 39–5. IES-R 過覚醒症状を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.20	.19	–	.21	.000	.50	1.16
日常場面の支援	上司	-.07	-.12	–	-.02	.010	-.07	4.48
	同僚	.02	-.03	–	.08	.388	.02	4.54
	家族・友人	-.08	-.12	–	-.04	.000	-.08	2.13
緊急作業時の支援	上司	-.01	-.07	–	.04	.585	-.02	5.17
	同僚	-.06	-.11	–	.00	.041	-.06	5.26
	家族・友人	.08	.05	–	.11	.000	.08	2.05
ライフイベント		.29	.23	–	.36	.000	.12	1.17
BSCP	問題解決	.00	-.03	–	.04	.958	.00	1.81
	相談	-.03	-.06	–	.00	.035	-.04	1.83
	気分転換	.04	.01	–	.06	.004	.04	1.23
	情動発散	.09	.05	–	.14	.000	.05	1.23
	逃避	-.02	-.05	–	.02	.378	-.01	1.59
	発想転換	.03	.00	–	.06	.076	.03	1.39
SOC-UTHS		-.03	-.05	–	.00	.027	-.04	1.79
自尊感情		-.02	-.03	–	-.01	.001	-.06	2.06
自己効力感		.01	.00	–	.02	.011	.05	2.50
CD-RISC2		-.02	-.07	–	.03	.383	-.01	1.85
生活・仕事満足感		-.06	-.12	–	-.01	.025	-.04	1.62
Adjusted R^2		.40						

表 39–6. AUDIT を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.04	.01	–	.08	.009	.05	1.16
日常場面の支援	上司	-.15	-.31	–	.00	.056	-.06	4.48
	同僚	.11	-.06	–	.28	.213	.04	4.54
	家族・友人	-.05	-.17	–	.07	.436	-.02	2.13
緊急作業時の支援	上司	.19	.04	–	.35	.016	.09	5.17
	同僚	.03	-.14	–	.20	.700	.01	5.26
	家族・友人	.00	-.10	–	.10	.956	.00	2.05
ライフイベント		.38	.18	–	.57	.000	.06	1.17
BSCP	問題解決	.05	-.05	–	.16	.316	.02	1.81
	相談	-.05	-.14	–	.04	.280	-.02	1.83
	気分転換	-.14	-.22	–	-.06	.000	-.06	1.23
	情動発散	.25	.10	–	.39	.001	.06	1.23
	逃避	.11	.00	–	.22	.056	.04	1.59
	発想転換	.09	.00	–	.18	.061	.04	1.39
SOC-UTHS		.11	.03	–	.19	.006	.06	1.79
自尊感情		-.02	-.05	–	.02	.422	-.02	2.06
自己効力感		.01	-.01	–	.03	.443	.02	2.50
CD-RISC2		.01	-.14	–	.16	.880	.00	1.85
生活・仕事満足感		-.13	-.30	–	.03	.118	-.03	1.62
Adjusted R^2		.02						

表 39–7. AIS を従属変数とした重回帰分析結果

独立変数		b	95% CI			*p*	*β*	VIF
スティグマ		.10	.08	–	.11	.000	.17	1.16
日常場面の支援	上司	-.08	-.16	–	.01	.068	-.05	4.48
	同僚	-.03	-.12	–	.06	.534	-.02	4.54
	家族・友人	-.10	-.17	–	-.04	.001	-.07	2.13
緊急作業時の支援	上司	.01	-.07	–	.09	.764	.01	5.17
	同僚	-.02	-.11	–	.06	.589	-.02	5.26
	家族・友人	.04	-.01	–	.09	.083	.03	2.05
ライフイベント		.64	.54	–	.75	.000	.18	1.17
BSCP	問題解決	.06	.01	–	.12	.024	.04	1.81
	相談	-.03	-.08	–	.02	.209	-.02	1.83
	気分転換	-.01	-.05	–	.03	.739	-.01	1.23
	情動発散	.08	.00	–	.15	.039	.03	1.23
	逃避	.04	-.02	–	.10	.149	.02	1.59
	発想転換	.00	-.05	–	.05	.946	.00	1.39
SOC-UTHS		-.01	-.05	–	.03	.498	-.01	1.79
自尊感情		-.06	-.08	–	-.04	.000	-.12	2.06
自己効力感		.00	-.01	–	.01	.582	-.01	2.50
CD-RISC2		-.11	-.19	–	-.03	.005	-.05	1.85
生活・仕事満足感		-.44	-.52	–	-.35	.000	-.17	1.62
Adjusted R^2		.29						

95% CI：95%信頼区間，VIF：分散拡大係数

表 40. 深刻な心理的ストレスと緊急作業時の支援，職場状況等の関連
（多重ロジスティック回帰分析結果）

	Model 1			Model 2			Model 3		
	OR	95% CI	*p*	OR	95% CI	*p*	OR	95% CI	*p*
緊急作業時の社会的支援									
上司	0.33	0.21 – 0.50	.000	0.42	0.27 – 0.66	.000	0.35	0.20 – 0.63	.000
同僚	0.76	0.44 – 1.31	.321	0.83	0.47 – 1.46	.515	0.95	0.45 – 2.00	.897
職場外	0.86	0.61 – 1.23	.410	0.94	0.65 – 1.35	.736	0.86	0.55 – 1.34	.506
入構時期									
5月以前	1.00			1.00			1.00		
6–7月	0.95	0.63 – 1.44	.808	1.02	0.67 – 1.57	.913	1.03	0.67 – 1.58	.899
8–9月	1.01	0.60 – 1.70	.983	1.16	0.68 – 2.00	.585	1.16	0.67 – 2.00	.595
10月–	0.66	0.40 – 1.10	.108	0.75	0.44 – 1.25	.268	0.74	0.44 – 1.24	.252
作業期間（日）									
短期間（≤10）	1.00			1.00			1.00		
中期間（11–30）	1.15	0.71 – 1.86	.572	1.00	0.61 – 1.64	.987	0.85	0.36 – 1.99	.710
長期間（≥30）	1.74	1.22 – 2.49	.002	1.24	0.85 – 1.79	.259	1.22	0.73 – 2.04	.455
作業内容†									
土木建築	1.09	0.78 – 1.52	.624	1.00	0.71 – 1.42	.981	0.99	0.70 – 1.40	.940
原子炉制御	1.46	1.06 – 2.02	.021	1.21	0.87 – 1.68	.265	1.20	0.86 – 1.68	.278
線量管理	1.59	1.07 – 2.37	.022	1.39	0.92 – 2.09	.113	1.39	0.92 – 2.09	.118
資材管理	1.38	0.94 – 2.03	.104	1.22	0.82 – 1.82	.331	1.19	0.80 – 1.77	.403
ライフイベント$				2.66	1.76 – 4.01	.000	2.69	1.78 – 4.07	.000
スティグマ#				4.14	2.80 – 6.11	.000	4.18	2.83 – 6.19	.000
レジリエンス#				0.90	0.61 – 1.32	.593	0.91	0.62 – 1.34	.637
年齢（歳）									
≤29				1.00			1.00		
30–39				1.17	0.38 – 3.61	.787	1.13	0.37 – 3.49	.833
40–49				0.87	0.29 – 2.59	.803	0.85	0.29 – 2.54	.772
50–59				0.77	0.26 – 2.31	.646	0.76	0.25 – 2.26	.619
≥60				1.00	0.33 – 3.02	.996	0.98	0.33 – 2.96	.976
婚姻状況‡				1.17	0.80 – 1.71	.416	1.19	0.81 – 1.73	.376
教育歴									
小・中学校				1.00			1.00		
高等学校				0.47	0.29 – 0.76	.002	0.46	0.28 – 0.75	.002
専門学校・短期大学				0.45	0.24 – 0.85	.014	0.44	0.23 – 0.84	.013
大学・大学院				0.34	0.20 – 0.58	.000	0.34	0.20 – 0.58	.000
社会的支援の単純主効果									
短期間（≤10日）									
上司							0.76	0.38 – 1.50	.423
同僚							0.67	0.26 – 1.69	.394
職場外							0.79	0.40 – 1.55	.497
中期間（11–30日）									
上司							0.17	0.04 – 0.75	.019
同僚							1.43	0.22 – 9.39	.709
職場外							0.76	0.27 – 2.12	.603
長期間（≥30日）									
上司							0.35	0.19 – 0.65	.001
同僚							0.90	0.42 – 1.93	.791
職場外							1.06	0.66 – 1.69	.813

OR：オッズ比，95% CI：95%信頼区間
† 各作業に従事していない群が参照群
# 各尺度特典の低群が参照群
$ 直近 1 年間でライフイベントを経験していない群が参照群
‡ 現在の未婚群が参照群

東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究

NEW (Nuclear Emergency Workers) Study

心の健康に関する質問票

この度は本研究にご参加いただき，誠にありがとうございます。この質問票は皆様の心の健康についてお尋ねするものですので，ご本人がご記入くださいますよう，お願い申し上げます。

大変お手数ではございますが，全ての質問にご回答いただけますよう，宜しくお願い申し上げます。

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」
研究代表者：大久保 利晃
公益財団法人 放射線影響研究所 顧問研究員

〒732-0815
広島市南区比治山公園 5 番 2 号
TEL：0120-931-026（フリーダイヤル）
082-261-3131（放影研代表）

【ご回答・ご提出に関するお願い】

ご回答について

質問に応じて該当する番号を選び，マークシートの番号を黒鉛筆で適切に塗りつぶしてください。大問9のみ複数回答可です。その他の大問は，各質問項目の回答選択肢の中から，最も当てはまる回答を1つ選び，該当するマークシートの番号を黒鉛筆で塗りつぶしてください。

ご提出について

本質問票に対する回答をマークシート用紙にご記入いただいた後，同封の返信用封筒に入れ厳封のうえ，郵便ポストへご投函ください。

ここまでお読みいただき，誠にありがとうございます。
次のページから，質問へのご回答をお願い申し上げます。

別紙

1．福島第一原子力発電所での緊急作業についてうかがいます。以下の項目について，1～5のうち，当てはまる番号1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

(1) 緊急作業のために，福島第一原子力発電所内に初めて入構した日をご教示ください	1	事故発生日～平成 23 年 5 月末まで
	2	平成 23 年 6 月～7 月末まで
	3	平成 23 年 8 月～9 月末まで
	4	平成 23 年 10 月～12 月末まで
	5	平成 24 年 1 月以降
(2) あなたが福島第一原子力発電所内で緊急作業を行った日数をご教示ください	1	5 日以内
	2	6 日～10 日
	3	11 日～30 日
	4	31 日～100 日
	5	101 日以上

2．次の質問では，**過去 30 日の間**，あなたがどのように感じていたかについておたずねします。それぞれの質問に対して，そういう気持ちをどれくらいの頻度で感じていたか，0～4のうち，最も当てはまる番号1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	全くない	少しだけ	ときどき	たいてい	いつも
(1) 神経過敏に感じましたか	0	1	2	3	4
(2) 絶望的だと感じましたか	0	1	2	3	4
(3) そわそわしたり，落ち着きなく感じましたか	0	1	2	3	4
(4) 気分が沈みこんで，何が起こっても気が晴れないように感じましたか	0	1	2	3	4
(5) 何をするのも骨折りだと感じましたか	0	1	2	3	4
(6) 自分は価値のない人間だと感じましたか	0	1	2	3	4

3．以下の1～10 までの各項目について，最も当てはまる番号1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

(1) あなたはアルコール含有飲料をどのくらいの頻度で飲みますか？	0	飲まない
	1	1ヵ月に1度以下
	2	1ヵ月に2～4度
	3	1週に2～3度
	4	1週に4度以上
(2) 飲酒するときには通常どのくらいの量を飲みますか？ 但し，「日本酒1合＝2ドリンク」「ビール大瓶1本＝2.5ドリンク」「ウイスキー水割りダブル1杯＝2ドリンク」「焼酎お湯割り1杯＝1ドリンク」「ワイングラス1杯＝1.5ドリンク」「梅酒小コップ1杯＝1ドリンク」とします（1ドリンク＝純アルコール 9～12g）	0	1～2ドリンク
	1	3～4ドリンク
	2	5～6ドリンク
	3	7～9ドリンク
	4	10ドリンク以上
(3) 1度に6ドリンク以上飲酒することがどのくらいの頻度でありますか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(4) 過去1年間に，飲み始めると止められなかったことが，どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(5) 過去1年間に，普通だと行えることを飲酒していたためにできなかったことが，どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(6) 過去1年間に，深酒の後体調を整えるために，朝迎え酒をせねばならなかったことが，どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日

3．（続き）

(7) 過去1年間に，飲酒後，罪悪感や自責の念にかられたことが，どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(8) 過去1年間に，飲酒のため前夜の出来事を思い出せなかったことが，どのくらいの頻度でありましたか？	0	ない
	1	1ヵ月に1度未満
	2	1ヵ月に1度
	3	1週に1度
	4	毎日あるいはほとんど毎日
(9) あなたの飲酒のために，あなた自身か他の誰かがけがをしたことがありますか？	0	ない
	2	あるが，過去1年にはなし
	4	過去1年間にあり
(10) 肉親や親戚，友人，医師，あるいは他の健康管理にたずさわる人が，あなたの飲酒について心配したり，飲酒量を減らすように勧めたりしたことがありますか？	0	ない
	2	あるが，過去1年にはなし
	4	過去1年間にあり

4. 以下に示す各項目で，**過去1ヵ月間に，少なくとも週3回以上経験したもの**を0～3の中から1つ選んで該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

(1) 寝つきの問題について（寝床に入って電気を消してから眠るまでに要した時間）	0	問題なかった
	1	少し時間がかかった
	2	かなり時間がかかった
	3	非常に時間がかかったか，全く眠れなかった
(2) 夜間，睡眠途中に目が覚める問題について	0	問題になるほどではなかった
	1	少し困ることがあった
	2	かなり困っている
	3	深刻な状態か，全く眠れなかった
(3) 希望する起床時間より早く目覚め，それ以上眠れない問題について	0	そのようなことはなかった
	1	少し早かった
	2	かなり早かった
	3	非常に早かったか，全く眠れなかった
(4) 総睡眠時間について	0	十分だった
	1	少し足りなかった
	2	かなり足りなかった
	3	全く足りないか，全く眠れなかった
(5) 全体的な睡眠の質について	0	満足している
	1	少し不満
	2	かなり不満
	3	非常に不満か，全く眠れなかった
(6) 日中の満足感について	0	いつも通り
	1	少し低下
	2	かなり低下
	3	非常に低下
(7) 日中の活動について（身体的および精神的）	0	いつも通り
	1	少し低下
	2	かなり低下
	3	非常に低下
(8) 日中の眠気について	0	全くない
	1	少しある
	2	かなりある
	3	激しい

5. これまで，福島第一原子力発電所での緊急作業従事者として，次のような出来事をどのくらい体験しましたか。0～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	全くない	少しある	まあまあある	かなりある	とてもある
(1) 他の人々より悪い扱いを受けた（例：レストラン，電車，コンビニなど）	0	1	2	3	4
(2) 人々に怖がられた	0	1	2	3	4
(3) 人々に怪しく思われた	0	1	2	3	4
(4) 人々に冷たくされた	0	1	2	3	4
(5) 人々に馬鹿にされた	0	1	2	3	4
(6) 人々に見下された	0	1	2	3	4
(7) 人々に差別された・中傷された	0	1	2	3	4
(8) 人々に脅かされた・嫌がらせを受けた	0	1	2	3	4
(9) 自分の身分（緊急作業従事者であること）をかくした	0	1	2	3	4
(10) 自分の身分（緊急作業従事者であること）をいつわった	0	1	2	3	4
(11) 人付き合いを避けた	0	1	2	3	4
(12) 恥ずかしい思いをした	0	1	2	3	4
(13) 自分を責めた	0	1	2	3	4
(14) 仕事のモチベーションが下がった	0	1	2	3	4

6．福島第一原子力発電所での緊急作業（質問中で「そのこと」と表しています）に関して，**この１週間**では，それぞれの項目の内容について，どの程度強く悩まされましたか。0～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。	全くなし	少し	中くらい	かなり	非常に
(1) どんなきっかけでも，そのことを思い出すと，そのときの気もちがぶりかえしてくる	0	1	2	3	4
(2) 睡眠の途中で目がさめてしまう	0	1	2	3	4
(3) 別のことをしていても，そのことが頭から離れない	0	1	2	3	4
(4) イライラして，怒りっぽくなっている	0	1	2	3	4
(5) そのことについて考えたり思い出すときは，なんとか気を落ちつかせるようにしている	0	1	2	3	4
(6) 考えるつもりはないのに，そのことを考えてしまうことがある	0	1	2	3	4
(7) そのことは，実際には起きなかったとか，現実のことではなかったような気がする	0	1	2	3	4
(8) そのことを思い出させるものには近よらない	0	1	2	3	4
(9) そのときの場面が，いきなり頭にうかんでくる	0	1	2	3	4
(10) 神経が敏感になっていて，ちょっとしたことでどきっとしてしまう	0	1	2	3	4
(11) そのことは考えないようにしている	0	1	2	3	4
(12) そのことについては，まだいろいろな気もちがあるが，それには触れないようにしている	0	1	2	3	4
(13) そのことについての感情は，マヒしたようである	0	1	2	3	4
(14) 気がつくと，まるでそのときにもどってしまったかのように，ふるまったり感じたりすることがある	0	1	2	3	4
(15) 寝つきが悪い	0	1	2	3	4
(16) そのことについて，感情が強くこみあげてくることがある	0	1	2	3	4
(17) そのことを何とか忘れようとしている	0	1	2	3	4
(18) ものごとに集中できない	0	1	2	3	4
(19) そのことを思い出すと，身体が反応して，汗ばんだり，息苦しくなったり，むかむかしたり，どきどきすることがある	0	1	2	3	4
(20) そのことについての夢を見る	0	1	2	3	4
(21) 警戒して用心深くなっている気がする	0	1	2	3	4
(22) そのことについては話さないようにしている	0	1	2	3	4

7．あなたの周りの方々についてうかがいます。**日常場面**において，1～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。	非常に	かなり	多少	全くない
次の人たちはどのくらい気軽に話ができますか？				
(1) 上司	1	2	3	4
(2) 職場の同僚	1	2	3	4
(3) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4
あなたが困った時，次の人たちはどのくらい頼りになりますか？				
(4) 上司	1	2	3	4
(5) 職場の同僚	1	2	3	4
(6) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4
あなたの個人的な問題を相談したら，次の人たちはどのくらいきいてくれますか？				
(7) 上司	1	2	3	4
(8) 職場の同僚	1	2	3	4
(9) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4

8．あなたの周りの方々についてうかがいます。**福島第一原子力発電所での緊急作業**において，1～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。	非常に	かなり	多少	全くない
次の人たちはどのくらい気軽に話ができましたか？				
(1) 上司	1	2	3	4
(2) 職場の同僚	1	2	3	4
(3) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4
あなたが困った時，次の人たちはどのくらい頼りになりましたか？				
(4) 上司	1	2	3	4
(5) 職場の同僚	1	2	3	4
(6) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4
あなたの個人的な問題を相談したら，次の人たちはどのくらいきいてくれましたか？				
(7) 上司	1	2	3	4
(8) 職場の同僚	1	2	3	4
(9) 配偶者，家族，友人等	1	2	3	4

9. 次の出来事のうち，この1年間にあなた自身の日常生活や社会生活に支障をきたしたものがあれば，いくつでも当てはまる番号を選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

1. 仕事上の出来事（昇進，配転，仕事のトラブルなど）
2. 自分自身の病気・けが
3. 上記以外の個人的な出来事（結婚，離婚，転居，交通違反など）
4. 家族の問題（病気，死亡，その他）

10. 困ったこと，悩みなどにであったとき，あなたはどうすることが多いですか？次の例のそれぞれについて，ふだんそのような対応を選ぶことがあるかどうか，1～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	よくある	ときどきある	たまにある	ほとんどない
(1) 原因を調べ解決しようとする	4	3	2	1
(2) 今までの体験を参考に考える	4	3	2	1
(3) いまできることは何かを冷静に考えてみる	4	3	2	1
(4) 信頼できる人に解決策を相談する	4	3	2	1
(5) 関係者と話し合い，問題の解決を図る	4	3	2	1
(6) その問題に詳しい人に教えてもらう	4	3	2	1
(7) 趣味や娯楽で気をまぎらわす	4	3	2	1
(8) 何か気持ちが落ち着くことをする	4	3	2	1
(9) 旅行・外出など活動的なことをして気分転換する	4	3	2	1
(10) 問題の原因を誰かのせいにする	4	3	2	1
(11) 問題に関係する人を責める	4	3	2	1
(12) 関係のない人に八つ当たりする	4	3	2	1
(13) 問題を先送りする	4	3	2	1
(14) いつか事態が変わるだろうと思って時が過ぎるのを待つ	4	3	2	1
(15) 何もしないでがまんする	4	3	2	1
(16)「何とかなる」と希望をもつ	4	3	2	1
(17) その出来事のよい面だけを考える	4	3	2	1
(18) これも自分にはよい経験だと思うようにする	4	3	2	1

11. あなたの人生に対する考え方についてうかがいます。それぞれ1～7のうち，あなたの感じ方を最もよくあらわしている数字 1 つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	まったく当てはまらない	ほとんど当てはまらない	あまり当てはまらない	どちらともいえない	少し当てはまる	大体当てはまる	非常によく当てはまる
(1) 私は，日常生じる困難や問題の解決策を見つけることができる	1	2	3	4	5	6	7
(2) 私は，人生で生じる困難や問題のいくつかは，向きあい取り組む価値があると思う	1	2	3	4	5	6	7
(3) 私は，日常生じる困難や問題を理解したり予測したりできる	1	2	3	4	5	6	7

12. 次の特徴のおのおのについて，あなた自身にどの程度当てはまるか，1～5のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。他からどう見られているかではなく，あなたが，あなた自身をどのように思っているかを，ありのままにお答えください。

	当てはまる	やや当てはまる	どちらともえいない	やや当てはまらない	当てはまらない
(1) 少なくとも人並みには，価値のある人間である	5	4	3	2	1
(2) 色々な良い素質をもっている	5	4	3	2	1
(3) 敗北者だと思うことがよくある	5	4	3	2	1
(4) 物事を人並みには，うまくやれる	5	4	3	2	1
(5) 自分には，自慢できるところがあまりない	5	4	3	2	1
(6) 自分に対して肯定的である	5	4	3	2	1
(7) だいたいにおいて，自分に満足している	5	4	3	2	1
(8) もっと自分を尊敬できるようになりたい	5	4	3	2	1
(9) 自分は全くだめな人間だと思うことがある	5	4	3	2	1
(10) 何かにつけて，自分は役に立たない人間だと思う	5	4	3	2	1

13. この文章は一般的な考えを表しています。それがどれくらい当てはまるか，1～5のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	そう思う	まあそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない
(1) 自分が立てた計画はうまくできる自信がある	5	4	3	2	1
(2) しなければならないことがあっても，なかなかとりかからない	5	4	3	2	1
(3) 初めはうまくいかない仕事でも，できるまでやり続ける	5	4	3	2	1
(4) 新しい友達を作るのが苦手だ	5	4	3	2	1
(5) 重要な目標を決めても，めったに成功しない	5	4	3	2	1
(6) 何かを終える前にあきらめてしまう	5	4	3	2	1
(7) 会いたい人を見かけたら，向こうから来るのを待たないでその人の所へ行く	5	4	3	2	1
(8) 困難に出合うのを避ける	5	4	3	2	1
(9) 非常にややこしく見えることには，手を出そうとは思わない	5	4	3	2	1
(10) 友達になりたい人でも，友達になるのが大変ならばすぐに止めてしまう	5	4	3	2	1
(11) 面白くないことをする時でも，それが終わるまでがんばる	5	4	3	2	1
(12) 何かをしようと思ったら，すぐにとりかかる	5	4	3	2	1
(13) 新しいことを始めようと決めても，出だしでつまずくとすぐにあきらめてしまう	5	4	3	2	1
(14) 最初は友達になる気がしない人でも，すぐにあきらめないで友達になろうとする	5	4	3	2	1
(15) 思いがけない問題が起こった時，それをうまく処理できない	5	4	3	2	1
(16) 難しそうなことは，新たに学ぼうとは思わない	5	4	3	2	1
(17) 失敗すると一生懸命やろうと思う	5	4	3	2	1
(18) 人の集まりの中では，うまく振る舞えない	5	4	3	2	1
(19) 何かしようとする時，自分にそれができるかどうか不安になる	5	4	3	2	1
(20) 人に頼らない方だ	5	4	3	2	1
(21) 私は自分から友達を作るのがうまい	5	4	3	2	1
(22) すぐにあきらめてしまう	5	4	3	2	1
(23) 人生で起きる問題の多くは処理できるとは思えない	5	4	3	2	1

14. 次の説明を読んで，**この 1 ヵ月**の自分にどの程度当てはまると思われるのか，0～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。
もし，そのような状況が最近なかった場合には，もしあったならどう感じただろうかと考えて回答してください。

	まったく当てはまらない	ほとんど当てはまらない	時々当てはまる	しばしば当てはまる	ほとんどいつも当てはまる
(1) 変化に適応することができる	0	1	2	3	4
(2) 病気やけがなどの苦しい目にあっても，その後で元気を取り戻すほうだ	0	1	2	3	4

15. 仕事と家庭生活の満足度について，1～4のうち，最も当てはまるもの1つを選び，該当するマークシートの番号を塗りつぶしてください。

	満足	まあ満足	やや不満足	不満足
(1) 仕事に満足だ	1	2	3	4
(2) 家庭生活に満足だ	1	2	3	4

以上で終わりです。記入もれがないか，もう一度お確かめください。

ご回答ありがとうございました。

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究
―面接調査実施体制の構築

研究分担者　江口　　尚　産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学　教授
研究分担者　真船　浩介　産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学　講師

研究要旨
「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」（2014 ～ 2018 年度）における「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」（2019 年度以降）における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、質問紙調査と面接調査を併用し、緊急作業による心理的影響を検討した。本研究では、緊急作業と精神的健康との関連を検討するために、症状の発症時期を特定できる妥当な面接調査の併用を重視している。2014 ～ 2015 年度に、既存の構造化面接法の検討を行い、本研究では、世界保健機関統合国際診断面接法（WHO-CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールの使用を決定し、面接調査の実施者を養成する研修を継続してきたが、2020 年度から新型コロナウィルス感染症の感染拡大等の影響が顕著になり、各研究協力機関で実施される健康調査時の構造化面接の実施継続が困難となった。2021 年度の後半からは大規模な会場において、多数の対象者に調査を実施する会場型健康調査が企画、実施され、構造化面接を実施する機会が得られた。
本研究により、会場型健康調査においても円滑かつ確実に構造化面接が実施できることが示唆された。2021 年度から十分な調査精度を担保し、かつ全国で調査を実施できる体制を整備するため、構造化面接の実施は調査専門機関に委託し、2022 年度も確実に実査が完了している。会場型での調査委託は、面接調査に専従する人員を割けない研究協力機関の負担軽減にも寄与する方法である。2022 年度も既に実査を担当している調査員の質の担保と関東地方での実査に対応する調査員の増員を図るため、CIDI が指定する教育訓練を行い、構造化面接調査の持続可能性のさらなる改善を図った。

A. 研究目的

「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」（2014 ～ 2018 年度）の「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」（2019 年度以降）における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、質問紙調査と面接調査を併用し、放射線業務従事者における緊急作業の心理的影響を精査している。質問紙調査は、広範かつ詳細な調査内容を広く簡便に把握する上で有用であるが、発症時期を含む症状の詳細な情報については、質問紙法での把握は難しく、構造化面接法の併用が望ましい。特に、本研究では、緊急作業と精神的健康との関連を検討するため、症状の出現時期を特定できることが重要である。本報告は、本研究に求められる構造化面接法の要件と実施体制を整理し、質の高い面接調査の持続可能性の確保を目的とする。

本研究では、2014 年度の研究開始時に調査

方法の検討を行い、実施条件を整理した。精神保健に関する大規模疫学調査、特に精神疾患の有病率を推定する調査では、構造化面接法が採用されていた。疾患の可能性を精査するためには、回答に応じて必要な情報を聴取できる構造化面接法が有用と考えられる。また、質問紙調査では評価が困難な発症時期に加えて、再発の有無やその時期についても構造化面接法では評価できる。そこで、本調査においても、構造化面接法を使用することとし、日本における十分な妥当性と使用実績が確立されている世界保健機関（WHO）統合国際診断面接法（CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールの使用を決定した。WHO-CIDI は、ICD-10 および DSM-IV-TR の診断基準に基づく精神疾患を評価するため、研修を受けた面接者によって実施される包括的な構造化面接である。

WHO-CIDI は、十分な妥当性が検証され、豊富な情報が得られるが、条件によっては実施の負担も大きい。WHO-CIDI では、面接者による情報バイアスを最小化し、検査の信頼性・妥当性を担保するため、実施の条件として面接者に対する一定の訓練を課している。また、CAPI は対象者の回答内容に応じて質問項目が変化し、必要最小限の調査内容になるよう配慮されているため、受検者の負担は考慮されているが、対象者の状態によって所要時間が異なり、健康診断等の円滑な進行が必要となる調査においては、所要時間の予測が難しく、進行の妨げとなる懸念が生じる。本研究において、各研究協力機関で実施されている多項目健康調査等は限られた時間で多数の検査が求められるため、効率が重視されており、WHO-CIDI を用いた構造化面接の実施が困難な状況が生じていた。

これらの懸案から、2021 年度は各研究協力機関において実施する多項目健康調査では構造化面接の実施が見送られた。2020 年度上半期は、新型コロナウィルス感染症の感染拡大の影響により、本研究に限らず、各地の健康診断等の検査が大きく影響を受け、通常の健康診断等も同年下半期以降に集中して実施する必要性が生じていた。各研究協力機関では感染拡大防止のため延期された本研究以外の検査も含めて多数の検査の実施が求められ、効率性は喫緊の課題であった。こうした状況においても、本研究では、調査の実施体制を維持すべく、2020 年度も WHO-CIDI の実施者養成研修を大阪と東京で各 1 回ずつ実施し、延べ 314 名に及ぶ体制を敷いていた。しかし、2020 年度下半期以降に累積した検査件数等の逼迫した状況を勘案し、2021 年度は各研究協力機関での構造化面接の実施を中断し、多項目健康調査の円滑な実施を優先することとなった。

2021 年度は多項目健康調査を推進するため、各研究協力機関において、個別の希望者を対象に随時、検査を実施する方法に加えて、多数の受検希望者を募る会場型健康診断が企画され、構造化面接も新たな実施方法を検討することになった。構造化面接の実施を中断してもなお多項目健康調査の実施には多大な時間を要する。本研究の全国各地に散在する約 2 万名にも及ぶ多数の対象者を研究協力機関での個別に対応する体制にも限界が生じていた。これに対し、大規模な会場において短期間で集中的に検査を実施する会場型健康調査が企画され、2021 年度下期から構造化面接も合わせて実施できる体制整備の機会が得られた。

2021 年度は、福島県、神奈川県、東京都、千葉県の 1 都 3 県において会場型面接調査が企画され、構造化面接の実施に先立ち課題を整理した。2021 年度の会場型健康調査は、福島県では公益財団法人福島県労働保健センターにより同センターいわき健診プラザにおいて 2021 年 12 月 21 日（火）、2022 年 1 月 25 日（火）、同年 2 月 1 日（火）の計 3 回、神奈川県ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般社団法人京浜保健衛生協会の検査実施により新横浜グレイスホテルにおいて、2022 年 1 月 8 日（土）、同年 1 月 22 日（土）、同年 2 月 3 日（木）の計 3 回、東京都ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般財団法人産業保健協会の検査実施によりサンシャインシティ文化会館において 2022 年 2 月 12 日（土）の 1 回、千葉県では東京会場と同様の実

施体制により千葉県文化会館において2022年２月19日（土）の１回、合計８回、いずれも午前半日での会場型健診が企画、実施された。本年度の多地点での複数回の実施を踏まえ、また将来的に調査対象者が集中する全国各所において会場型健康調査が実施される可能性を勘案し、任意の日程で全国的な対応が可能で、安定した調査精度を確保するため、構造化面接の実施者は専門機関へ委託することとした。実施委託先は、全国規模の実施体制、精度管理体制、面接調査の実施実績、個人情報管理の４点を要件として、先行研究[1)]等を参考に複数社を選定し、最終的に全国規模調査の実績、公的調査及び学術調査の豊富な実施実績、WHO-CIDIの実施実績、機関としてのプライバシーマークの取得ならびに調査員等の個人情報保護士等の資格保持の全てを満たした一般社団法人新情報センター（以下、実施機関）に決定した。

本報告では、2021年度の実績を踏まえて、構造化面接の実施者の確保と継続的な訓練、会場運営・対象者対応の整理、必要備品の整備、制度管理について、2022年度に実施した対策と今後対処すべき課題等をまとめた。

B．研究方法

2022年度は、福島県、神奈川県、千葉県の３県において会場型面接調査が企画され、実施状況を踏まえて下記４点について、実施機関等と議論し、課題を整理した。

１）構造化面接の実施者の養成・確保
２）会場運営・対象者対応
３）調査備品一式管理
４）精度管理

面接調査の実施には、産業医科大学倫理委員会の承認を得た。

C．結果

2022年度の会場型健康調査は、いずれの会場も2021年度と同様の体制で、公益財団法人福島県労働保健センターの会場運営と検査実施により、同センターいわき健診プラザ（以下、福島会場）において2022年12月20日（火）、同21日（水）、2023年２月７日（火）、2023年２月21日（火）の計４回、神奈川県ではバイオコミュニケーションズ株式会社の会場運営と一般財団法人産業保健協会の検査実施により、新横浜グレイスホテル（以下、横浜会場）において2022年10月15日（土）の１回、千葉県では横浜会場と同様の実施体制により、千葉県文化会館において2022年11月26日（土）の１回、合計６回、いずれも午前半日での会場型健診が企画、実施された。

2022年度も実施機関の面接調査従事者を対象にWHO-CIDIの実施者養成研修を行った。本年度の実施者養成研修は、新型コロナウィルス感染症の感染拡大防止のため、オンラインで１回のみ実施した。研修は、2022年10月１日（土）に福島会場の担当者３名、横浜会場及び千葉会場の担当者５名を対象に実施した。本年度の研修対象者は、全員が同研修を受講した経験があり、半数がWHO-CIDIの実施経験を有していた。また、本研究で使用するPC及び構造化面接調査システムの操作、ならびに実査当日の運営、予定についても確認した。当日の資料を別添１として添付した。

2021年度に導入した調査備品の過不足、運用等について、実施機関と協議し、継続的に活用することとした。2021年度には構造化面接調査システムを確実に動作させ、安全に情報を管理するため、会場型健康調査における構造化面接専用のラップトップコンピューター等の調査備品一式をまとめて梱包できるケースを用意した。2022年度には、これらの備品の過不足と運用方法を議論した。備品の不足としてメモ用紙や筆記具等が挙げられ、備品を追加し、ケースに同包した。また、実査当日のデータ等の取り扱いについては、2021年度と同様に調査専用PCは実査終了直後に、研究本部担当者によりPCからデータを抽出、削除する運用方法を確認した。PCの管理についても協議し、2021年度は、調査ごとに分担研究者から専用ケースを発送、回収、返送していたが、横浜会場及び千葉会場を担当する実施機関の本社は備品一式を安全に管理できる施設を有しているとのこと

から、物流の乱れによる調査への支障の懸念と運搬による損壊の懸念を考慮し、受発送を最小限にとどめ、2022 年度の調査が完了するまで、実施機関にて管理する方式に変更した。

福島会場、横浜会場、千葉会場の実査における課題も整理した。2021 年度の実績をもとに、各種検査の進捗速度は各会場・実施日によって異なり、受付開始から構造化面接までの到達時間や構造化面接に同時に到達する対象者の人数も異なり、設営開始時間の調整と対象者の待合スペースの確保が課題として挙げられた。2022 年度は、設営開始時間を 30 分から１時間繰り上げて対応し、対象者が受検を待つスペースと椅子を確保した。2022 年度の実査では、福島会場は、健診施設の一室にパーテーションで区切った２つの構造化面接ブースを設け、２名の調査担当者、１名の運営担当者で約 20 名／日の対象者に面接調査を実施した。横浜会場及び千葉会場では、貸会議室等の会場を借り、会場手配等の運営をバイオコミュニケーションズ株式会社に委託し、各種検査の実施を研究協力機関が担った。両会場とも、検査会場の一角にパーテーションで区切った３つの構造化面接ブースを設け、３名の調査担当者、1、２名の運営担当者で、約 30 名／日の対象者に面接調査を実施した。いずれも円滑に運営され、対象者が構造化面接の受検を待つこともほぼなく、待つ場合にも５分未満で案内することが可能であった。また、2021 年度には、構造化面接が一連の検査の最後に配置されていたことから、最後尾の受検者数名が構造化面接の受検を待つ間や受検中に、各種検査ブースの撤収の音が面接調査の妨げになる場合が散見されたが、2022 年度は研究協力機関の協力の下、十分な配慮が得られた。

D．考察

実査を終えた福島会場の一部、横浜、千葉会場の３会場では、関係機関の連携により、いずれも円滑に実施された。構造化面接ブースでの対象者の滞留もなく、対象者数と検査の進捗に対して適切な調査担当者数が確保できていたことが確認された。2021 年度の実績を踏まえて、設営開始時間等を繰り上げたことから、予約よりも早い来場者や想定よりも進捗の早い対象者にも漏れなく対応できた。また、2021 年度に対象者から会場の撤収の騒音に不快感が示された事案についても、2022 年度は研究協力機関の配慮により、面接調査に適した音環境が確保できた。

会場型健康調査における構造化面接の実施は、研究協力機関の負担を軽減し、持続可能な方法と考えられる。2022 年度は 2021 年度の課題を踏まえて、実施機関の調査員も、原則として同機関の非常勤調査員ではなく、常勤の調査員のみを当てたことにより、実査当日以外の情報の周知や調査方法の均質化が容易になった。また、2022 年度は、調査の課題等を逐次、共有し、速やかに対応するため、実施機関と分担研究者が参加するビジネスチャットツール Slack を導入し、面接調査の運営等の改善を協議する機会を確保した。これらの改善を経て、会場型健康調査における構造化面接を専門調査機関に委ねることにより、高い精度を保持したまま、円滑な実査体制を整備できた。

E．結論

会場型健康調査における構造化面接調査は円滑に実施可能であり、同様の方法の全国的な波及が期待される。2022 年度は、2021 年度の調査実績を踏まえて各種の課題の改善を試み、円滑かつ確実に実査が進行している。会場型健康調査における調査専門機関による実査は、研究協力機関の負担軽減にも寄与していると考えられ、面接調査の持続可能性を高める方法であることが示唆された。

F．参考文献

１）川上憲人：厚生労働省厚生労働科学研究費補助金・国立研究開発法人日本医療研究開発機構障害者対策総合研究開発事業　精神疾患の有病率等に関する大規模疫学調査研究：世界精神保健日本調査セカンド　総合研究報告書．2016

G．研究発表

なし

H．知的財産権の出願・登録状況

なし

I．研究協力者

下田陽樹（岩手医科大学）
日野亜弥子（産業医科大学）

資料：１

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」CIDI研修

WHO統合国際診断面接トレーニング
WHO統合国際診断面接（WHO-CIDI）について

2022年度オンライン研修

1

WHO-CIDI version3.0とは

- 目的
  生活史におけるエピソードを聞き取り、ICD-10とDSM-IVに基づいて精神障害をアセスメント（"診断"）すること
- 特徴
  - 非医療者による精神障害のアセスメントが可能
  - 操作的診断に基づく構造化面接
  - 包括的なアセスメント項目
    :精神障害の既往・現在の症状、重症度、社会機能、受療状況、服薬状況など
  - 紙版/コンピューター版の選択が可能
  - インタビューの標準化（トレーニングの義務づけ）

2

診断基準

- ICD(International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems)：疾病及び関連保健問題の国際統計分類
- DSM(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders)：精神障害の診断と統計マニュアル
- 操作的診断：臨床症状に依存して診断せざるを得ない精神疾患に対し、信頼性の高い診断を与えるために、明確な基準を設けた診断

3

CIDI　精神保健疫学調査の限界に挑む

- 精神保健に関する大規模な地域調査を！
  →トレーニングを受ければ誰でも面接できる
- "正確な"精神障害の"診断"を！
  →構造化された面接票
  →正確な回答を得るための工夫の数々
  →誰が面接しても同じ回答が得られる

CIDIトレーニング

4

CIDI 3.0 によって診断できる精神障害

生涯、過去12カ月間の精神障害の有無（WMHJ2）

1. うつ病
2. 躁病
3. パニック障害
4. 社会不安障害
5. 広場恐怖
6. 全般性不安障害
7. 物質乱用・依存
8. 心的外傷後ストレス障害

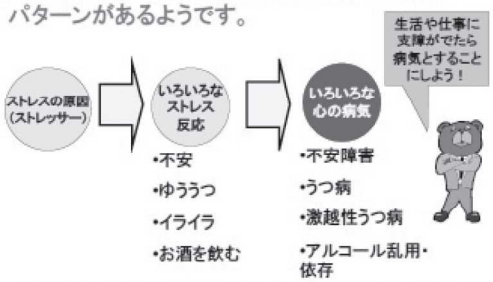
<その他>
自殺、サービス利用、人口統計学的要因、精神病性障害、慢性疾患、雇用状態、経済状態

5

ストレスと健康の考え方

6

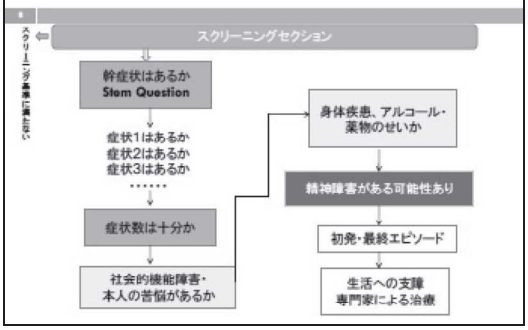
ストレスと心の健康には人によっていくつかのパターンがあるようです。



調査では便宜的に病気の名前を使って調査内容を表現しますが、病気だけの調査をしているわけではありません。

7

CIDI 3.0における診断ロジック



8

資料：1

スクリーニングセクション

9

- SC.21 これまでに、一日の大半を悲しい、むなしい、あるいはゆううつな気持ちで過ごし、それが数日以上続いた時期がありましたか。
- SC.22 これまでに、自分の人生がどうなるのか考えて一日の大半をとても沈んだ気分で過ごし、それが数日以上続いた時期がありましたか。
- SC.23 これまでに、仕事、趣味、人との付き合いなど、いつもなら楽しめていたことにほとんど興味がなくなり、それが数日以上続いた時期がありましたか。

➡「はい」が1つでもあれば、うつ病セクションへ進み詳細なアセスメントを行う

各セクションの主な構成

10

①症状のアセスメント（症状の数、期間、程度）
②社会機能障害・本人の苦悩
③身体的原因
　：アルコール薬物
　：身体疾患
④初発・最終エピソード
⑤専門家への相談、受療歴

診断例：DSM-IV大うつ病エピソード

11

- A. 以下の症状の内5つ以上が同じ2週間のうち存在している。これらの症状の内少なくとも1つは(1)または(2)である。

-(1)抑うつ気分, (2)興味、喜びの減退, (3)体重、食欲の減退または増加, (4)不眠または睡眠過多, (5)精神運動性の焦燥あるいは制止, (6)易疲労性, 気力の低下, (7)無価値感、罪責感, (8)思考力や集中力の減退, (9)希死念慮

診断例：DSM-IV大うつ病エピソード

12

- B. 症状は混合性エピソードの基準を満たさない。
- C. 症状が著しい生活以上の障害を起こしている。
- D. 症状は物質や一般身体疾患によるものではない。
- E. 症状は死別反応ではうまく説明されない。

セクション構成例：D(depression)セクション

13

①症状のアセスメント（D1～D26：数、程度、期間）
＊期間については、下記のいずれかを満たすものとする
-2週間以上
-毎月3日以上かつ1年以上
②社会機能障害・本人の苦悩（D28）
③身体的原因（D29）
④初発・最終エピソード（D37～D50）
⑤専門家への相談、受療歴（D72～D87）

注意を要する構成の特殊性

14

- はじめに①で「最悪だったエピソード」について詳細に質問した後、④で改めて初発・最終エピソードの時期、最長のエピソード、1年以上続くエピソード、過去のエピソードの数等について質問している
- 回答者は何度も同じ質問を受けている気分になってしまうことがあるが、実際は異なる視点から過去のエピソードについて尋ねている（結果として同じエピソードについて尋ねることはあり得る）

調査者は、今自分がどのエピソードについて尋ねているのか、常に把握していることが望ましい

参考：④(D37～D50)内構成

15

①初発エピソード(D37)
②最近のエピソード(D38)
③最も長いエピソード(D39)
④1年以上続くエピソード
-数日以上、毎月のように(D41-43)
-ほぼ毎日、1年以上(D46-D50)

①症状のアセスメント（期間・程度）

16

- D12. 今までに、ほとんど一日中、悲しくなることがほぼ毎日、2週間以上続いた時期はありましたか。
  → *3日未満の場合は、次のセクションへ*
- D16. あなたの悲しみが最もひどく、かつ頻繁にあった、2週間以上続いた時期について思い出して下さい。

  その時期には、悲しい気分は、ふつう1日のうちどれくらい続きましたか。

  1日のうち、1時間未満でしたか、1～3時間でしたか、3～5時間でしたか、あるいは5時間以上続きましたか？
  → *1時間未満の場合は、次のセクションへ*
- D17.そのような期間、あなたの精神的な苦しみはどの程度でしたか。軽かったですか、中くらいでしたか、ひどかったですか、あるいはとてもひどかったですか。
  → *「精神的苦悩」が軽い、または全くなかった場合*
  （次の質問）は、次のセクションへ

資料：1

①症状のアセスメント（症状の数）

17

- D24a. 以下の質問に応える際には、あなたの悲しみおよびその他の問題が最もひどく、かつ多かった2週間以上続いた期間について思いだして下さい。以下のそれぞれについて、その期間にそのことがほぼ毎日、ほとんど1日中、起きたかどうか答えて下さい。
- D24a. ほぼ毎日、ほとんど1日中悲しい、むなしい、またはゆううつだと感じましたか。

17

②社会機能障害・本人の苦悩

18

- D28. その期間に、悲しいこと、およびこれらのその他の問題のためにあなたの仕事、地域や職場での対人関係、あるいは個人的な関係にどれくらい支障がありましたか。

全くないですか、少ししかないですか、いくらかですか、たくさんですか、あるいは非常にですか。

18

③身体的原因による症状の除外

19

- D29a. このような期間は、身体の病気やけが、薬やアルコールを使うといったような身体的な原因のために起こることがあります。これまでに、悲しみがあった期間は、そのような身体的な原因のために起きたことがありましたか？
- D29b. このような期間は、いつも身体的な原因のために起きましたか ？
- D29c. その身体的な問題とは何だと思いますか。簡単に話してください。

19

④エピソードの時期

20

①初発エピソード
②最近のエピソード
③最も長いエピソード
④1年以上続くエピソード

- D38

次の質問で、「期間」という時には、あなたがほとんど毎日悲しいと感じ、かつその他の問題のいくつかがあった、2週間以上続いた期間のことです。

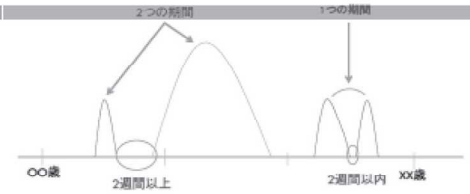
2週間以上続けてこれらの問題がなくなった時、その期間が終わったとします。このことを頭に入れて考えて下さい。

過去12カ月間に、こうした期間は合計何回ありましたか？

20

エピソードの期間

21



診断基準（症状の数と持続期間、障害の程度）を満たす時期
エピソードとエピソード間には、症状の無い一定の期間が必要（疾患により異なる）

21

⑤専門家への相談、受療

22

- D72. これまでに悲しみについて、医者または他の専門家に相談したことはありますか？（専門家とは、心理学者、カウンセラー、宗教家、漢方医、針灸医、他の治療の専門家を意味します。）

初めて専門家に相談した時期（年齢）
効果的な治療に出会うまでの期間・受診回数
過去12カ月間の受診の有無
入院経験の有無と入院時の年齢

22

⑤専門家への相談、受療

23

≪ 専門家・治療の定義 ≫

- 医師：医学部を卒業し、医師免許を持っている医師
- その他の専門家：心理学者、カウンセラー、宗教家、漢方医、鍼灸医、他の治療の専門家
- 治療：感情的な問題に対する専門家の診察や専門家の監督下で処方された投薬・与剤のこと

23

資料：２

インタビューの実際
一般的なルールと注意すべき回答への対応

「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」CIDI研修
2021 年度オンライン研修

1

全般的なルール１

- 黒い文字を対象者に向かって読み上げ、対象者の回答を数字（場合によっては文字）で入力する
- 青い文字は調査員向けの指示なので読まない
- （かっこ）に入った文章は、必要がある時だけ読む

2

全般的なルール 2

■質問は全文を読み上げる

■質問や選択肢の読み上げが中断された場合

→回答者の発言を受け止め、その後全文を読み上げる

■回答者が質問や選択肢を正しく理解していないと予測された場合

→質問全文またはすべての選択肢を再度読み上げる

→回答者が質問の１部のみ繰り返すように希望した場合は、１部のみ繰り返しても良い

→回答者が１つの選択肢を繰り返すように希望した場合は、すべての選択肢を読む（該当しないことが明白な選択肢は読まなくても良い）

3

全般的なルール 3

■用語の意味を尋ねられた場合は、説明はせずに「回答者自身の定義」に依って回答を得る

■選択式の質問において、条件付きの回答を得た場合には、メモ機能を使って記録を残しておく場合もある

：「もし～なら」「～の時を除いて」「～だけど」

4

全般的なルール４

<注意すべきキーワード>

頻度: しばしば、よく、いつも

強度: いくらか、かなり、非常に

期間: これまでに、常に・ずっと

→質問文を読み上げる際には、以上の語句を強調して（ゆっくり・はっきり）と発音する

5

フィードバックの心得
～味気ないインタビューを心地よく

➢同じ質問が続く、回答に悩む、その他適宜

「ありがとうございます」

「はい、わかりました」

「思いだすのは、大変ですね」

「貴重な情報をありがとうございます」

回答をくりかえす

➢お待たせしたり、確認が必要な場合

「少し記録させてください」

「今伺った事を確認させていただけますか」

6

注意すべき回答への対応１

<時期・期間・程度に関する質問>

回答者が正確な時期・頻度を思いだせず、大体の範囲を回答した場合

→「一番近いと思うのはいつ（何歳）ですか？」「どちらの方が近いですか」と聞いてみる

正確な時期を応えることができない場合

→最初に症状を経験した時期については、その範囲のうち１番早い時期

→最後に症状を経験した時期については、その範囲のうち１番最近の時期

正確な期間・程度を回答できない場合

→１番長い時期、重い程度

7

注意すべき回答への対応２

“わかりません”

- もう１度聞く（質問文を繰り返す）
- 症状についての“わかりません”は再度聞きなおさないこと→「いいえ」を選択
（すぐに思い出せない場合は、症状が無かったか、思い出せないくらい軽微だったと考える）

状態に関する判断

- 回答者にとって通常とは異なった症状や行動かどうかに基づいて判断する
  - 悪 “いつもより眠るのが困難でしたか？”
  - 良 “私はいつもそう（眠るのが困難）なんですよ”
  - 悪 “いつもより眠るのが困難でしたか？”

8

資料：２

注意すべき状況への対応

回答者が回答に詰まっている場合

→「全般的なルール２」の例と同様に質問全文を繰り返し、面接者の主観による説明は極力避けることが望ましい

→積極的な説明よりも沈黙で回答を促す

回答者がPCの画面を見せることを求めた場合

→基本的には丁寧にお断りする、面接者の質問に対して回答する形式が守られることが望ましい

9

ロールプレイ１（時々）

D1.　あなたは面接の前半で、ほとんど１日中、悲しかったり空しかったり憂鬱と感じたりした時期が何日も続いたことがあると言いました。そのような期間に、自分の人生がどのようになるかについて落胆したことはありましたか？

- はい ---------- 1
- いいえ ---------- 5 ＊D1bへ
- わからない ---------- 8 ＊D1bへ
- 拒否 ---------- 9 ＊D1bへ

回答者:「時々、そんな風に感じました」

10

D1.　あなたは面接の前半で、ほとんど１日中、悲しかったり空しかったり憂うつと感じたりした時期が何日も続いたことがあると言いました。そのような期間に、自分の人生がどのようになるかについて落胆したことはありましたか？

回答者:「時々、そんな風に感じました」

⇒『あった』ので"はい"(1)にチェック

11

ロールプレイ２（時々）

D26 l.　ほぼ毎日、話し方や動作が普段より遅くなりましたか？

- はい ---------- 1
- いいえ ---------- 5
- わからない ---------- 8
- 拒否 ---------- 9

回答者:「ん～、時々ですね」

12

D26 l.　ほぼ毎日、話し方や動作が普段より遅くなりましたか？

回答者:「ん～、時々ですね」

⇒ほぼ毎日そうだということが確認できていないので、"ほぼ毎日"を強調してもう一度質問する

13

ロールプレイ３（わかりません）

D26j.　その数日間の間に、たいして働いたわけでもないのに、ほぼ毎日、疲れあるいは気力の無さを感じましたか？

回答者:「わかりません」

14

D26j.　その数日間の間に、たいして働いたわけでもないのに、ほぼ毎日、疲れあるいは気力の無さを感じましたか？

回答者:「わかりません」

⇒症状については再度聞きなおさずに、

"いいえ"(5)にチェック

15

ロールプレイ４（状態の変化）

D26a. その２週間の期間に、ほぼ毎日、いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかったりしましたか？

- はい (1)
- いいえ (5)
- 不明 (8)
- 拒否 (9)

回答者:「いつも考えがまとまらなくて困っています」

16

資料：２

D26a. その２週間の期間に、ほぼ毎日、いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかったりしましたか？

回答者:「いつも考えがまとまらなくて困っています」

⇒「いつもより考える速度がずっと遅くなったり、考えがまとまらなかったりしましたか？」と再度聞く

17

ロールプレイ５（発症時期）

SU30. 初めて同じ年にこれらの問題のうち3つ以上が起こったのはいくつの時でしたか？

回答者:「15か16(歳)の時でした」

18

SU30. 初めて同じ年にこれらの問題のうち3つ以上が起こったのはいくつの時でしたか？

回答者:「15か16(歳)の時でした」

⇒「どちらが(最も)近いですか?」

⇒同じような回答なら、若い方の"15"とする

19

ロールプレイ６（時期・最後の症状）

PD10d. 最後にこうした発作の１つが起こったのはあなたが何歳の時でしたか？

回答者:「多分、38か39(歳)だと思うんですけどよく憶えていません」

20

PD10d. 最後にこうした発作の１つが起こったのはあなたが何歳の時でしたか？

回答者:「多分、38か39(歳)だと思うんですけど、よく憶えてません」

⇒どちらが(最も)近いですか?"と再度聞く

⇒同じような回答なら、現在に近い（最近の）"39"と記入する

21

ロールプレイ７（頻度・程度）

SU9. その年、お酒を飲む日はたいてい1日につき約何杯のお酒を飲みましたか？

回答者:「6杯か7杯ぐらい、その時々によりますね」

22

SU9. その年、お酒を飲む日はたいてい1日につき約何杯のお酒を飲みましたか？

回答者:「6杯か7杯ぐらい、その時々によりますね」

⇒「どちらが(最も)近いですか？」と再度聞く

⇒同じような回答なら、多い方の"7"とする

23

ロールプレイ８（期間）

PD12. あなたの人生で、発作が少なくとも１回は起きた年はおよそ何年ありましたか？

回答者:「8年か10年ぐらいかなあ」

24

資料：２

PD12. あなたの人生で、発作が少なくとも１回は起きた年はおよそ何年ありましたか？

回答者:「8年か10年ぐらいかなあ」

⇒「どちらが(最も)近いですか？」と再度聞く

⇒同じような回答なら、多い方の“10”とする

25

資料：３

Join at
slido.com
#658153

コンピュータ支援面接（CAPI）使用方法

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究
心理的影響調査分科会・CIDI実施者養成研修

1

面接の開始・終了

【開始：「構造化面接システム」を起動】
- デスクトップの「NEWS構造化面接システム」をダブルクリック

【面接】
- 回答は全て**自動保存**：「保存」操作は不要
  - 全ての回答を入力後，**「面接終了」**が表示
  - 「終了」をクリックすると，新規入力画面に遷移

【終了：「構造化面接システム」を終了】
- 「その他（O）」メニューで「終了（X）」を選択

2

便利なキーのまとめ

- F2：メモの入力
- Ctrl + **D**：「不明」の回答を入力
- Ctrl + **R**：「拒否」の回答を入力

3

回答入力の基本

- 表示された黒字の質問文をそのまま読み上げる（**青字は除く**）
- **キーボード**やタッチパッドの**タップ**で対象者の回答を入力する
- 入力したら，**「次へ」**ボタンをタップし，次の質問に進む
  - **ENTER**キーでも次の質問に進める
- 何も入力しない場合は次の質問に進めない
- 妥当でない回答を入力した場合，エラーメッセージが表示される

4

1. 単純選択型

- 例）1．は　い
  2．いいえ
  - キーボードから「１」または「２」を入力
    - 選択肢にない数字を入力しても，動作しない
    - 誤った数字を入力した場合は，正しい数字を再入力
  - タッチパッドから「１」または「２」をタップ

5

2. 数字入力型

- 数字の入力を求められる場合は，回答欄に数字を入力
  （例：「何回」「何日」「何歳」など）
- 「期間」などを問う一部の質問では，数字を入力後に単位を入力
  （日・週・月・年等）
  - 範囲の逸脱や前の回答と矛盾する数字が入力された場合には，エラーメッセージが表示。「ＯＫ」をクリックまたはENTERキーを押してエラーメッセージを消してから，再入力

6

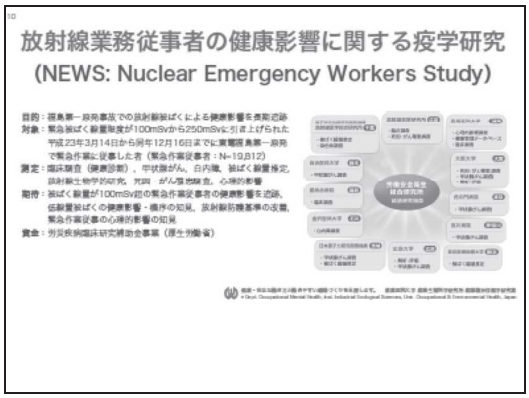
面接準備

- 面接前に「構造化面接システム」を起動
- 事前に，対象者のＩＤ番号，面接者番号を入力しておく
- 面接の中断後，当該対象者の面接を保留したまま，別の対象者の回答の入力は不可
  - 別の対象者の回答を入力するには，中断した回答データを破棄（非推奨）

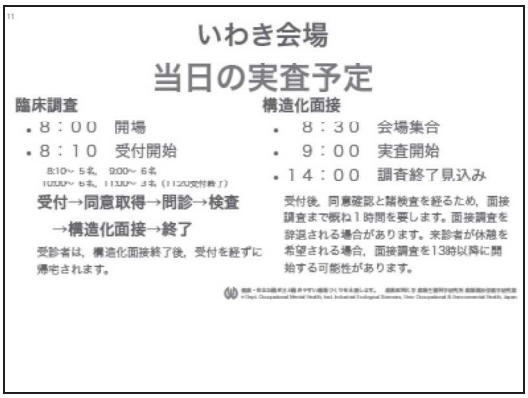
7

※スライド番号８、９はブランク

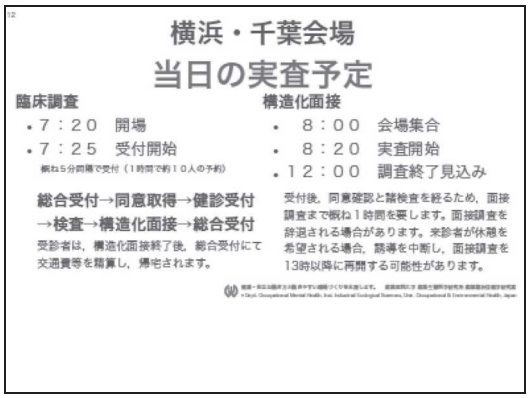
資料：３



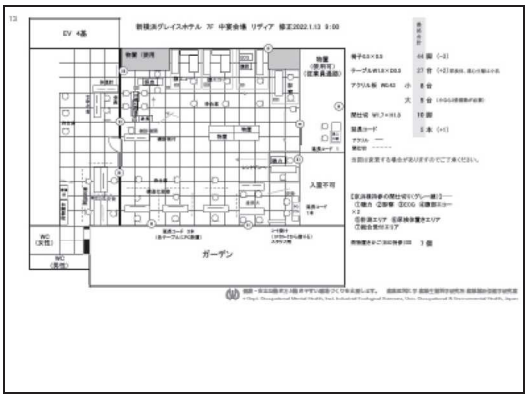
10



11



12



13

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究―面接調査

研究分担者　真船　浩介　産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学　講師
研究分担者　江口　　尚　産業医科大学産業生態科学研究所産業精神保健学　教授

研究要旨
「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」（2014 ～ 2018 年度）における「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」（2019 年度以降）における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、WHO 統合国際診断面接法（CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールによりうつ病の有病率を評価した。
本報告では、2022 年 10 月 31 日までの健診調査受検者のうち、面接調査により有効な回答が得られた 3504 名（男性 3489 名、女性 3 名、不明 12 名）を対象に分析した。その結果、DSM- Ⅳ -TR における「大うつ病性障害」（296.xx）の有病率は、最近 1 か月で 0.2％（8 名）、最近 12 か月で 1.9％（66 名）、生涯で 6.9％（242 名）と判定された。ICD-10 における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」（F32.2、F33.2）の有病率は、最近 1 か月で 0.1％（5 名）、最近 12 か月で 1.1％（37 名）、生涯で 3.3％（117 名）と判定された。また、本研究では、CIDI のうつ病モジュールのみを抜粋して、使用していたため、標準的な解析プログラムでは、再発時の年齢が十分に推定できていない課題を改良した。発災前にうつ病の既往がある群では、ない群に比べ、発災後のうつ病の発症が有意に多い傾向は既報のとおりであったが、その関連の強さが過小評価されていたことが示唆された。さらに、ICD-10 を基準とした場合、実効線量が 100mSv 以上の被ばく群で生涯有病率と発災後の罹患率が有意に高かった。

A．研究目的

本報告は、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原発事故の緊急対応に従事した放射線業務従事者を対象にうつ病所見の評価を目的とする。「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」（2014 ～ 2018 年度）の「原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」（2019 年度以降）における「放射線業務従事者の心理的影響の評価に関する研究」では、世界保健機関統合国際診断面接法（WHO-CIDI）コンピューター版面接（CAPI）のうつ病モジュールを使用して、うつ病の所見を評価した。WHO-CIDI は、国際疾病分類（疾病及び関連保健問題の国際統計分類）第 10 版（International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: ICD-10）および米国精神医学会の精神疾患の診断・統計マニュアル第 4 版（Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision：DSM-IV-TR）の診断基準により精神疾患を評価するため、一定の訓練を修了し

た面接者が実施する包括的な構造化面接として、大規模調査における妥当性が確立されている[1–2]。なお、米国精神医学会は、2013 年に DSM-IV-TR から DSM-V に診断基準を改訂しているが、本研究で取り扱う「うつ病」は名称の変更や一部の除外基準が割愛される軽微な変更にとどめられていることから、既報と同じ DSM-IV-TR の基準を用いて解析を行った。また、CIDI は解析プログラムも標準化されているが、うつ病モジュールのみを使った本研究において、標準的なプログラムでは、発災以前の既往を有する対象者の直近の再発時年齢を十分に解析できていないことが明らかになったことから、プログラムを一部改良し、既報の解析結果を更新した。

本報告では、2022 年 10 月 31 日までに面接調査を実施し、有効な回答が得られた者の結果を分析し、東電福島第一原発事故において緊急作業に従事した放射線業従事者のうつ病の有病率を評価した。また、発災以降の新規発症と発災以前の既往の再発の比較はプログラムを改良し、改めて評価した。なお、本報告では、ベースライン調査の結果のみを使用した。

B．研究方法

2016 年 12 月から、「東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的研究」および「放射線業務従事者の心理的影響に関する研究」の一環として実施された健診調査を受検した放射線業務従事者のうち、研究参加の同意が得られた者を対象として、健診調査時に、WMH-CIDI（CAPI）のうつ病モジュールを用いた調査を実施した。

本報告では、DSM- Ⅳ -TR における「大うつ病性障害」(296.xx) および ICD-10 における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」（F32.2、F33.2）の 2 つの診断基準に基づき、面接結果を判定し、面接時を起点に、最近 1 か月、最近 12 か月の有病率と生涯有病率を算出した。また、東日本大震災の発災日（2011 年 3 月 11 日）を基準に発災前のうつ病の既往の有無と発災後のうつ病の発症の関連を検討し、既往のオッズ比を算出した。さらに、実効線量とうつ病発症との関連を検討するため、緊急作業時の実効線量から、対象者を 50mSV 未満、50mSV 以上 100mSV 未満、100mSV 以上の 3 群に分類し、うつ病の有病率、災害後の初発および再発による有病率を比較した。有意水準は 5% 未満を基準とした。

本調査は、産業医科大学倫理委員会の承認を得て、実施された。

C．結果

2022 年 10 月 31 日までに延べ 3831 名が面接調査を受検し、このうち 327 名は、2 回目の追跡調査を受検していた。本報告では、追跡調査の結果を除外し、初回調査のみを分析した。分析対象は、3504 名（男性 3294 名、女性 3 名、性別不明 12 名）で、平均年齢（標準偏差）は 51.3（10.3）歳であった。

DSM- Ⅳ -TR における「大うつ病性障害（296.xx）」では、最近 1 か月の有病率は 0.2%（8 名）、最近 12 か月の有病率は 1.9%（66 名）、生涯有病率が 6.9%（242 名）と判定された。ICD-10 における「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード（F32.2、F33.2）」では、最近 1 か月の有病率は 0.1%（5 名）、最近 12 か月の有病率は 1.1%（37 名）、生涯有病率が 3.3%（117 名）と判定された（表 1）。

発災後のうつ病の有病率は、DSM-IV-TR、ICD-10 のいずれに基準においても、発災後の初発よりも、災害以前に既往のある再発が有意に高率であった（表 2）。それぞれの診断基準で、発災後の初発は既往がない者の 2.7%（92 名）、1.3%（43 名）であったのに対し、発災後の再発は既往のある者の 40.9%（61 名）、42.5%（31 名）であった。既往によるオッズ比（信頼区間）は、DSM-IV-TR を基準とした場合で、24.59（16.70 – 36.19）、ICD-10 を基準とした場合で、58.16（33.45 – 101.10）であった。

実効線量とうつ病所見の関連では、ICD-10 の「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」の生涯有病率、災害後の初発（罹患率）において、100mSv 以上の群で有意に多かった（表

3)。なお、ここでは、実効線量が推定できず、分類できなかった 78 名を除く 3426 名を対象に解析した。

D．考察

本年度までに所見を判定した 3504 名におけるうつ病（DSM-Ⅳ：296.xx、ICD-10：F32.2、F33.2）の 1 か月有病率、12 か月有病率は、日本の一般人口の有病率[3-4]と比較して、同程度であったが、生涯有病率は本報告でやや高値であった。2016 年の報告[4]では、一般人口における男性の有病率は、DSM-Ⅳで 0.3%（最近 1 か月）、2.2%（最近 12 か月）、4.3%（生涯）、ICD-10 で 0.1%（最近 1 か月）、0.9%（最近 12 か月）、2.2%（生涯）と報告されている。本研究の対象者では、調査時点から過去 1 年以内のうつ病の発症は一般人口と相違ない可能性が示唆された。ただし、就労状況や基本属性の相違を考慮する必要があり、単純には比較できず、緊急作業との関連は明らかにできていない。測定できていない交絡要因の影響により、本研究と先行研究の生涯有病率に差が生じた可能性も想定される。未観測の交絡要因のうち、時間によって変化しない安定的な要因については、追跡調査の結果の蓄積後、固定効果モデルにより検討することが必要である。

発災前にうつ病の既往がある群では既往のない群に比べて、発災後のうつ病有病率が有意に高く、うつ病の既往がある労働者が緊急作業に従事した場合には、緊急作業後も経過観察や継続的な支援の重要性が示唆された。特に既往の再発について、本研究が CIDI のうつ病モジュールのみを抜粋して用いていたことから、標準的な解析プログラムでは、再発時の年齢を推定できていなかった。本年度は本研究で取得した情報を突合し、解析プログラムを改良したことにより、既報の結果は、既往との関連を過小評価していたことが示唆された。

実効線量とうつ病有病率との関連は ICD-10 を基準とした場合に、100mSv 以上の被ばく群の生涯有病率、発災後の初発の罹患率が有意に高かった。実効線量が高い作業者は、事故後早期の緊急作業や短期間での放射線の曝露を体験する場合が想定され、また、ICD-10 の基準は、DSM-IV-TR と比べてやや重症のうつ病が該当するため、過酷な作業体験との関連も否定できない。ただ、100mSv 群の対象者は、分析対象者の 1.3% と少数であり、選択バイアスの影響も想定すべきである。また、いずれの診断基準においても、100mSv 以上の曝露群では、発災前の既往の再発が多い傾向も認められたが、5% 未満の有意水準は満たしていない。100mSv 以上の曝露群のデータの蓄積と精査が必要である。

2020 年度以降に新たに追加された面接調査の結果は新型コロナウィルス感染症（COVID-19）の感染拡大後に得られたデータも含まれており、最近 1 か月または 12 か月の有病率の解釈には留意が必要である。しかし、本調査結果においては、2019 年度以前の結果とほぼ同様の傾向が再現されており、COVID-19 をはじめとする社会情勢による影響は軽微にとどめられたと考えられる。

E．結論

CIDI-CAPI うつ病モジュールから、DSM-Ⅳ「大うつ病性障害」（296.xx）の有病率は、最近 1 か月 0.2%（8 名）、最近 12 か月 1.9%（66 名）、生涯 6.9%（242 名）、ICD-10「精神病症状を伴わない重症うつ病エピソード」（F32.2, F33.2）の有病率は、最近 1 か月 0.1%（5 名）、最近 12 か月 1.1%（37 名）、生涯 3.3%（117 名）と判定された。発災前にうつ病の既往を有する労働者では、発災後のうつ病の有病率が高く、継続的な支援の必要性が示唆された。

F．参考文献

1）島悟：精神症状の測定法：構造化面接．高橋三郎，花田耕一編：精神科診断基準．pp45-53，金原出版，東京，1992.

2）廣尚典，重村淳：原発緊急作業従事者の心理的影響の評価に関する研究―面接調査．厚生労働省労災疾病臨床研究事業 東電福島第一原発緊急作業従事者に対する疫学的

研究 総合研究報告書（研究代表者 大久保利晃）．pp217-243，2019.
3）Kawakami N, Takeshima T, Ono Y, et al.: Twelve-month prevalence, Severity, and treatment of common mental disorders in communities in Japan: The World Mental Health Japan 2002-2004 Survey. In The WHO World Mental Health Surveys. pp474-485, Cambridge University Press, New York, 2008.
4）川上憲人（主任研究者）：精神疾患の有病率等に関する大規模疫学調査研究：世界精神保健日本調査セカンド 総合研究報告書（国立研究開発法人日本医療研究開発機構障害者対策総合研究開発事業）．2016.

G．研究発表

なし

H．知的財産権の出願・登録状況

なし

I．研究協力者

下田陽樹（岩手医科大学）
日野亜弥子（産業医科大学）

表 1.　うつ病の所見（N=3504）

	N	(%)	*M*	(*SD*)	*Max*	*Median*	*Min*	*Mode*
DSM-IV								
1 か月有病者数	8	(0.2)						
12 か月有病者数	66	(1.9)						
生涯有病者	242	(6.9)						
発症年齢			37.4	(12.2)	67	46	38	29
災害後発症年齢	92	(2.6)	45.1	(10.2)	67	53	45.5	39
災害前発症年齢	149	(4.3)	32.7	(10.9)	55	40	34	25
最近の発症年齢			42.6	(11.6)	68	50.5	43	35
災害後再発年齢	61	(1.7)	46.7	(9.1)	63	54	47	40
症状持続期間（年）			1.5	(2.5)	20	1.918	0.5	0.25
ICD-10								
1 か月有病者数	5	(0.1)						
12 か月有病者数	37	(1.1)						
生涯有病者	117	(3.3)						
発症年齢			36.8	(11.4)	64	44	37	29
災害後発症年齢	43	(1.2)	44.3	(10.2)	64	54	44	37
災害前発症年齢	73	(2.1)	32.3	(9.7)	52	40	33	27
最近の発症年齢			42.6	(11.5)	68	50	43	35
災害後再発年齢	31	(0.9)	47.5	(9.1)	62	57	47	40
症状持続期間（年）			1.7	(2.9)	20	2.0	0.5	0.25

表 2.　災害前のうつ病の既往と災害後の
うつ病発症の関連（N=3504）

うつ病の既往	*N*	(%)	*OR*	95% *CI*
DSM-IV				
なし	92	(2.7)	1.00	
あり	61	(40.9)	24.59	16.70 – 36.19
ICD-10				
なし	43	(1.3)	1.00	
あり	31	(42.5)	58.16	33.45 – 101.10

OR：オッズ比，*CI*：信頼区間

表 3.　実効線量別のうつ病所見

（N=3426）

	実効線量								
	<50mSv		≥50mSv		≥100mSv				
	N=2557		*N*=151		*N*=38				
	N	(%)	*N*	(%)	*N*	(%)	χ^2	*p*	*P of Fisher*
DSM-IV									
1 か月有病者	8	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.54	.762	1.000
12 か月有病者	61	(1.9)	1	(0.6)	1	(2.2)	1.63	.443	.397
生涯有病者	219	(6.8)	13	(7.5)	6	(13.3)	3.00	.223	.215
災害後発症	85	(2.6)	3	(1.7)	3	(6.7)	3.37	.186	.157
災害前発症	133	(4.1)	10	(5.8)	3	(6.7)	1.72	.423	.294
災害後再発	52	(1.6)	5	(2.9)	2	(4.4)	3.56	.169	.094
ICD-10									
1 か月有病者	5	(0.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0.34	.844	1.000
12 か月有病者	34	(1.1)	0	(0.0)	1	(2.2)	2.47	.290	.263
生涯有病者	107	(3.3)	3	(1.7)	5	(11.1)	9.75	.008	.018
災害後発症	39	(1.2)	1	(0.6)	3	(6.7)	11.31	.003	.023
災害前発症	67	(2.1)	2	(1.2)	2	(4.4)	1.97	.374	.266
災害後再発	26	(0.8)	1	(0.6)	2	(4.4)	7.14	.028	.078

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究
死因・がん罹患調査

研究分担者　小笹晃太郎　京都府立医科大学保健管理センター　特任教授
研究分担者　祖父江友孝　大阪大学大学院医学系研究科社会医学講座環境医学　教授
研究分担者　吉永　信治　広島大学原爆放射線医科学研究所放射線影響評価部門
計量生物研究分野　教授
研究分担者　溝上　哲也　国立国際医療研究センター臨床研究センター疫学・予防研究部
部長
研究分担者　朝長　健太　労働安全衛生総合研究所労働者放射線障害防止研究センター
特定研究業務研究員

研究要旨
令和４年度（10 月末まで）の本調査のベースライン健診受診者は 47 人で、今までの累計は 6,221 人、調査対象者 19,812 人の 31% となり、これら並びに郵送およびウェブサイトによって追跡等に同意した者は調査対象者の約４割となった。引き続き対象者からの同意取得を進めることに努める。死亡および死因の追跡については、人口動態統計情報との照合に同意した 4,103 人のうち死亡者は１人であった。死因については同意による選択の偏りを除くために対象者全員の追跡を行うことが必要であると考えられた。がん罹患の追跡については全国がん登録情報との照合に同意した 7,537 人のうち男性より総固形がんが 140 人、白血病・リンパ腫が 10 人未満にみられ、女性より 10 人未満にがんがみられた。日本全国の罹患率を基準とした標準化罹患比（SIR）の分析では、検診により発見されやすいがんの罹患が多い傾向が示された。今後も死因およびがん罹患情報の収集を継続して進める必要がある。

A．研究目的

死因・がん罹患調査では、放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の対象者の追跡および生死の確認を行い、主要な帰結である死因およびがん罹患情報の収集を行うことを目的とする。

B．研究方法

対象者より、疫学調査におけるばく露、追跡および帰結に関する情報を収集する際に必要となる同意を、対象者のベースライン健診受診時、郵送およびウェブサイト等により取得する。令和４年度は過年度と同様、下記の内容である。番号は同意書からの抜粋のため欠番がある。

（1）東電、元請企業および緊急作業時の所属企業が保有する、緊急作業の状況や被ばく線量および法定健診の結果に関する資料の提供を受けること。

（4）将来転居したときの変更後の住所、婚姻等により改名したときの変更後の氏名等、および生死の確認・追跡を行うに必要な情報を得るために、法律で定められた手続きに従い、住民票を照会すること。

（5）居住地の都道府県の地域がん登録、または国立がん研究センターの全国がん

登録よりがん罹患情報の提供を受けること。

（6）放射線作業従事者の法定健診の過去および将来の結果を、健診実施機関より提供を受けること。

甲状腺検査に関しては下記の同意を得ている（甲状腺がん調査分科会）。

（7）甲状腺検査（血液検査、超音波検査、細胞診など）を受けた医療機関より、精密検査結果および関連する診療情報の提供を受けること。ただし、照会内容、照会先医療機関等に関しては、あらかじめ個別にあなたの同意を得ることとします。（これまで受診されていない方は、今後、受診された場合を想定してお答え下さい。）

死亡後の死因情報の利用については下記の同意取得を追加している。

（9）将来、もしお亡くなりになった場合には、法律に定められた手続きにより厚生労働省から人口動態調査死亡票（死亡診断書に基づくもの）の情報の提供を受け、あなたの情報（姓名、生年月日、住所等）と照合して死因を調べること。

なお、ベースライン健診時以外にも追跡健診受診時や郵送またはウェブサイトでの同意取得も行っている。

追跡は、調査対象者の厚生労働省による現況調査、リサーチコーディネーター（RC）を通した情報収集、および住民票照会により行う。あわせて統計法の規定に基づく人口動態調査死亡票の提供を受け、その情報と本研究の対象者の姓名、生年月日との照合による死亡対象者の抽出も行う。これらによって判明した死亡者について死因情報を収集する。定期的に対象者の居住する都道府県地域がん登録または全国がん登録（国立がん研究センター）に対して研究対象者の名簿を提出してがん罹患情報を収集する。

これらの情報に基づき、本研究対象者集団が死亡・死因およびがん罹患においてどのような特性があるのかを、日本全国を標準集団とした標準化死亡比・標準化罹患比などの指標により評価する。なお、放射線被ばくの詳細な解析と評価については、本研究班による精度の高い個人線量推定後に行われる。

（倫理面への配慮）

本研究では対象者への侵襲はない。非匿名化個人情報を含む研究資料については、がん登録等の推進に関する法律（平成 25 年法律第 111 号）、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」（令和 3 年 3 月 23 日 文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第 1 号）、および各施設の個人情報取扱規程等に従って取り扱い、外部への漏洩などの生じないように万全を期す。

C．研究結果

令和 4 年度の 10 月 31 日までのベースライン健診受診者は 45 人であり、そのうち上記各項目への同意状況は（1）が 45 人、（4）が 46 人、（5）が 47 人、（6）が 47 人、（7）が 47 人、（9）が 38 人であった。調査開始時からの累計では、ベースライン健診受診者 6,221 人のうち、（1）が 6,141 人（99%）、（4）が 6,083 人（98%）、（5）が 6,149 人（99%）、（6）が 6,160 人（99%）、（7）が 6,165 人（99%）であった。2020 年度以後に加えられた（9）への同意者は、この期間のベースライン健診累計受診者 314 人のうち 197 人（63%）であった。郵送およびウェブサイトからの取得も含む同意者の総数および追跡対象者 19,812 人のうちに占める割合は、（1）が 7,815 人（39%）、（4）が 7,657 人（39%）、（5）が 7,750 人（39%）、（6）が 7,794 人（39%）、（7）が 7,785 人（39%）、（9）が 4,103 人（21%）であった。

死亡・死因の追跡は、統計法に基づき、2011 年から 2019 年末までの本研究対象者の該当する世代の日本全国の人口動態統計に基づく死亡者情報の交付を受けた。健診受診者において前記項目（9）に同意のあった 4,103 人を対象として照合したところ 1 人の死亡が確認された。照合された死亡者が少なかったことは、同意を得てからの追跡期間が短かったためであ

ると考えられた。なお、2017 年以後の人口動態統計データの死因に関するレイアウトが変更されたので、現在照合ソフトの更新を行っている。これらのことより標準化死亡比の算出は行わなかった。

がん罹患の追跡は、前記項目（5）に同意のあった 7,537 人（照合時点までの数、男 7,526 人、女 10 人、性別不明 1 人）について、全国がん登録に対して 2016 年から 2018 年に診断された新生物（ICD-10：C00 ～ D48）の登録情報の利用申請を行い、情報の交付を受けた。対象者からの第 1 原発（first primary）である総固形がん（C00-C80）の罹患は男 140 例、女 <10 例であった（10 例未満の数は非開示につき <10 と表記する、以下同様）。主要部位の男性の罹患数を表 1 に示した。白血病およびリンパ腫は男 <10 例、女なし、大腸の上皮内がん（D010-D012）は男 16 例、女なしであった。このほか、良性新生物（D10-D36）は男 <10 例、女なし、性状不詳または不明の新生物（D37-D48、この中には境界性状と考えられる真正多血症、骨髄異形成症候群などが含まれる）は男 <10 例、女なしであった。第 2 原発がん以降は男 <10 例、女なしであった。

国立がん研究センターより公開されている情報に基づき、同期間の暦年別全国年齢別罹患率を標準率とした標準化罹患比（SIR）を、男性の表 1 に示す部位について求めた。まず、総固形がんの標準化罹患比（SIR）が有意に高かった。胃、肝・胆・膵、前立腺、腎・尿路、甲状腺、および上皮内のがん（大腸および大腸以外）で SIR の点推定値が 1.1 以上（標準集団より 10% 以上高い）であり、前立腺、甲状腺、大腸の上皮内がんで統計学的に有意に高かった。一方、結腸～直腸および肺のがんでは SIR の点推定値は 0.9 以下であった。その他の部位のがんおよび白血病・リンパ腫の SIR の点推定値は 0.9 ～ 1.1 の範囲にあった。

D．考察

調査参加者における追跡および死因・がん罹患把握に関する同意率は高いが、引き続き研究対象者全員への初回面接と同意取得を進める必要がある。また、死因およびがん罹患情報の収集を継続して進める必要がある。

死因調査については、全対象者（19,812 人）から同意を取得することは難しく、主に健診受診者からなる同意取得者のみの解析では、結果に健診受診に伴う重大な選択の偏りが生じる可能性がある。健診受診者等に生じる選択の偏りを評価するためにも、健診非受診者も含む全対象者を対象として収集可能な帰結を比較する必要がある。したがって、全対象者について人口動態統計死亡・死因情報との照合利用を可能とすることが必要であると考える。

がん罹患状況について本解析で得られた SIR 値には、本対象者集団の持つ特性によるがんの発生および発見が日本全国に比べて高いか低いか、本対象者集団において発生して登録されたがん症例が今回の照合で漏れていないか、本対象者集団における放射線被ばく関連がんがどの程度含まれるかなどの多面的な意味がある。

本研究対象者のがん罹患状況を全国と比較したところ、まず、対策型および任意型検診の行われている部位のがん罹患の多いことが示された。本研究の健診受診者はこれらの検診も積極的に受ける傾向にあると考えられる。すなわち、胃は X 線透視および内視鏡による対策型および任意型検診、肝・胆・膵、腎・尿路は人間ドック等における腹部超音波検査による任意型検診、前立腺は血液 PSA（前立腺特異抗原）検査による任意型検診が行われている。甲状腺がんについては、緊急作業従事者では通常の医療受診などの際に甲状腺の放射線被ばくが考慮されて頸部超音波検査が実施される可能性や、本研究での甲状腺検査から発見されていると考えられるので、今後の症例検討が必要である。一方、便潜血検査などの対策型検診の行われている大腸がんで SIR が低いことは、検診で発見されるがんには上皮内がんが多いであろうために、C18-C20 には分類されないことや、良性ポリープ切除によるがん予防効果が理由として考えられる。実際、大腸上皮内がんの SIR は有意に高かった。肺がんに関しては、本研究対象者の喫

煙率の検討が必要であるとともに、胸部単純X線検診は一般の職域検診でも行われるので健診受診者における選択の偏りが強くないとも考えられる。これらに対して、その他の部位のがんや白血病・リンパ腫のように症状等から臨床的に発見されることが多いがんでは、SIRは全国水準から概ね逸脱していないと考えられた。

次に、上記の所見から現段階では本集団におけるがん罹患について大きな把握漏れはないであろうと思われる。全国がん登録情報との照合では対象者ががんの診療を受けたときの住所情報が重要な役割を持つので、今後の対象者の継続的な追跡が重要である。なお、2015年までの都道府県ごとの地域がん登録情報の利用については実務の問題もあり、今後の課題である。

E．結論

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の健診参加者等からの追跡調査内容に関する同意取得を継続して行った。次いで、同意を得られた対象者について死因およびがん罹患情報を照合して分析を行った。死因については健診受診や死因調査への同意による選択の偏りを除くために、当該作業に従事した全員を追跡することが必要であると考えられた。がん罹患については、主に本研究の健診受診者からなるがん罹患情報利用同意取得者では、対策型および任意型検診の行われている部位のがん罹患が、全国でのがん罹患状況より多い傾向にあることが示された。今後も死因およびがん罹患情報の収集を継続して進める必要がある。

G．研究発表

なし

H．知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1．特許取得

なし

2．実用新案登録

なし

3．その他

なし

表 1. 部位別がん罹患数と標準化罹患比（SIR）、男性、2016～2018 年

ICD コード	部位	罹患数	期待数	SIR (95%信頼区間)
C00-C80	総固形がん	140	108.3	1.29 (1.09, 1.53)
C16	胃	19	16.6	1.14 (0.69, 1,79)
C18-C20	大腸	19	22.0	0.86 (0.52, 1.35)
C22-C25	肝・胆・膵	14	11.3	1.23 (0.67, 2.07)
C34	肺	10	14.5	0.69 (0.33, 1.27)
C61	前立腺	26	13.8	1.89 (1.23, 2.78)
C64-C68	腎・尿路	15	8.5	1.77 (0.99, 2.91)
C73	甲状腺	16	2.0	8.01 (4.58, 12.9)
上記以外の C00-C80	その他の部位	21	19.6	1.07 (0.66, 1.64)
C81-C96	白血病・リンパ腫	<10	－*	0.91 (0.36, 1.87)
D010-D012	上皮内がん（大腸）	16	8.7	1.84 (1.05, 2.98)
上記以外の D00-D09	上皮内がん（大腸以外）	<10	－*	1.24 (0.50, 2.56)

* 観察罹患数が<10 のため不記載

別紙

研究成果の刊行に関する一覧表

死因・がん罹患調査分科会

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書　籍　名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
なし					

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究
線量評価分科会

研究分担者	明石　眞言	東京医療保健大学
研究分担者	栗原　治	量子科学技術研究開発機構
	數藤　由美子	量子科学技術研究開発機構
	辻村　憲雄	日本原子力研究開発機構
	百瀬　琢麿	日本原子力研究開発機構
	小笹　晃太郎	京都府立医科大学保健管理センター
研究協力者	金　ウンジュ	量子科学技術研究開発機構
	谷　幸太郎	量子科学技術研究開発機構
	藤田　博喜	日本原子力研究開発機構
	横山　裕也	日本原子力研究開発機構
	星　勝也	日本原子力研究開発機構
	坂井　晃	福島県立医科大学
	津山　尚宏	福島県立医科大学
	三浦　富智	弘前大学
	阿部　悠	長崎大学

研究要旨

東京電力福島第一原発事故の収束作業に従事した作業員（緊急作業従事者）の疫学的研究の一助として、既存の線量評価値をより正確に評価するための検討と手法の開発を、物理学的線量評価及び生物学的線量評価の双方から進めている。今年度（2022 年度）の主な進捗は下記のとおりである。

（1）既存の被ばく線量評価値の検証・解析

安衛研から提供された緊急作業従事者の線量関連データを効率的に確認・検証するため、Microsoft Power BI を用いたデータベースを構築した。緊急作業従事者の内部被ばく線量に関しては、^{131}I 未検出者の線量推定手法の改良、検証計算に基づく主要臓器線量の算出、^{131}I 以外の短寿命核種による補正方法の導出等を実施した。第一期研究（2014 年度から 2018 年度）を含むこれまでの成果により、既存の被ばく線量評価値の基本的な見直しに必要となる材料は概ね揃えられた。

（2）電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

計算シミュレーションによって、平滑な地表に沈着した放射性ヨウ素等について、β線 H_p(0.07)、β線 H_p(3)及び光子 H_p(10)を核種毎に計算し、さらに当時の放射性降下物の核種組成に基づき、光子 H_p(10)に対するβ線 H_p(0.07)及びβ線 H_p(3)の比を、地表からの高さと震災発生日からの経過日数の関数として算出した。本計算結果を利用することで個人線量計に記録された光子 H_p(10)指示値からβ線による被ばく線量を推定することができる。

水晶体の等価線量に相当する $H_p(3)$ の場合、β線 $H_p(3)$／光子 $H_p(10)$ 比の最大は 0.25 であった。ただし、実際の地表面の凹凸によるβ線の吸収や全面マスクによる遮へい効果を考慮に入れると、その比はさらに約 1/100 倍（すなわち 0.0025）まで小さくなると考えられる。

（3）尿中ヨウ素 -129 分析に関する研究

これまでの研究に基づき確立したイオン交換樹脂による尿中ヨウ素 -129 分析法を実尿試料に適用し、ヨウ素抽出を行い、加速器質量分析装置による測定のための試料を調製した。

（4）緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

末梢血リンパ球の染色体が受けた傷害の度合（染色体異常の出現頻度）は被ばく線量に応じた量として観察されるため、線量推定が可能である。本研究では遡及的線量評価を行うため、緊急時作業従事者を対象に転座染色体の頻度を指標とした染色体解析を行っている。ベースライン調査（2018 年度採血、62 名）により、生物学的推定線量と物理学的被ばく線量が正の相関を示し、生物学的推定線量には喫煙歴および医療被ばく歴が影響することが確認され、論文化し公開した。また、染色体転座頻度に及ぼす因子である喫煙および医療被ばくの影響を解析した。さらに、健常人ベースライン頻度には加齢による上昇があることが確認されたため、検量線を補強するべく国際標準法 ISO20046 の推奨に基づき異なる年齢のボランティア 3 名を追加して血液を得て線量効果関係を調査した（継続中）。また、主として実効線量 70 mSv 以上を対象とした 2020 年度採血分（54 名）について、詳細な解析を継続中である。

A．研究目的

厚生労働省の労災疾病臨床研究事業の一つとして、東京電力福島第一発電所事故（以下、福島原発事故）に係る緊急作業に従事した作業員（以下、緊急作業従事者）を対象とした疫学研究が、独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所（以下、安衛研）を研究代表機関とする体制の下で進められている。本分科会では、この疫学研究に用いる緊急作業従事者の被ばく線量の精緻化を図ることを目的として、既存の被ばく線量を導出過程から検証するとともに、研究対象とする臓器線量への換算係数及び被ばく線量の不確実性などを評価する。また、一部の緊急作業従事者については、安定型染色体異常を指標とする生物学的線量推定を行い、物理学的線量評価との比較を試みた。

B．研究方法

（1）既存被ばく線量評価値の検証・解析

安衛研から線量評価分科会に提供された緊急作業従事者の数種類の線量データセット（図 1）を Microsoft Power BI を用いて統合し、データの確認・検証や可視化のためのプラットフォームを構築した。これにより、緊急作業従事者の様々な種別（福島原発事故時の所属及び年齢、作業期間、内部被ばく線量計測の方法、^{131}I 検出有無等）に応じた解析対象者の抽出、データセット間の線量データの比較（検証計算結果を含む）、任意の抽出集団に対する線量分布の表示等を容易に行うことが可能となった（別図 1-4）。また、内部被ばく線量評価に関しては、主要臓器に対する線量評価を行うとともに、^{131}I 以外の短寿命核種による補正係数を導出した。

（倫理面への配慮）

本研究は、量子科学技術研究開発機構において研究倫理審査の承認が得られている。

（2）電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

外部被ばくの防護においては、体表面に付け

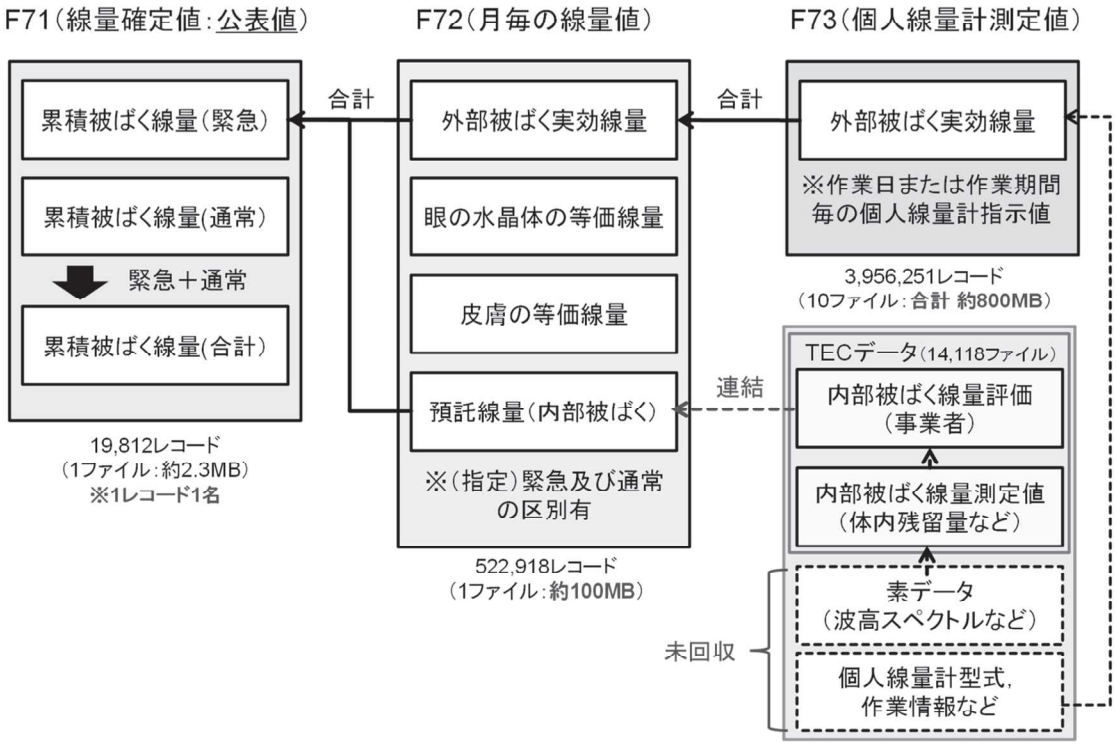


図１　各線量関連データセットの関係 [1]

※ F71、F72 及び F73 は厚生労働省の「東電福島第一原発作業員の長期的健康管理システム」から抽出されたデータであり、TEC データは東京電力から提供された内部被ばく線量関連データ。F71 及び F72 は 2021 年９月に更新されており、令和２年度報告書報告書 [1] の数値から変更がある。

た個人線量計で実測した実用量をもって実効線量などの防護量の代替とする管理が一般に行われる。しかしながら、事故時の線量評価や疫学調査においては、その線量計の指示値を臓器線量に関連付けるなどの必要がある。また、そのとき、使用された防護装備等によってもたらされる放射線遮へい効果を線量評価に反映したり、仮に測定そのものに何らかの不備があった場合にもそれを補正したりすることが望ましい。

今年度は、地表に降下・沈着した放射性物質から放出されるβ線と光子について計算シミュレーションを行い、作業者が着用した個人線量計で実測された光子 $H_p(10)$から、その個人線量計では測定されていなかったβ線による線量を算出するための換算係数を算出する。同様の計算は、報告者らによる先行研究 [2] で既に行われていたが、ここでは線源スペクトルなど計算の基礎となる入力条件を、昨年度に実施した計算（空気中放射性ヨウ素から放出されるβ線による水晶体線量）の入力条件に揃える。具体的には、β線及び光子のエネルギー分布とその強度を ICRP Publ 107 [3] からそのまま引用することで、先行研究 [2] では計算を簡単にするため省略していた放出率１％未満の光子成分による線量寄与を厳密に評価することができる。

計算では、地表に一様分布する放射性ヨウ素、放射性テルル及び放射性セシウムから受けるβ粒子 $H_p(0.07)$、β線 $H_p(3)$及び光子 $H_p(10)$等を計算シミュレーション（モンテカルロ粒子輸送計算コード MCNP5 による）によって核種毎に求め、それを発電所敷地内で採取された土壌試料に含まれていた放射性物質の核種組成 [4] で加重することによって、光子 $H_p(10)$に対するβ線 $H_p(0.07)$及びβ線 $H_p(3)$の比をそれぞれ求める。ここで、計算の対象とする核種は、先行研究 [2] に基づき、^{129m}Te、^{129}Te、^{132}Te、^{131}I、^{132}I、^{133}I、^{134}Cs、^{137}Cs 及び ^{137m}Ba とする。

計算体系は、地面＋空気からなる円柱とし、その寸法はβ線については空気中でのβ線の飛程に基づき 10 m(^{132}I)、光子について 200 m とする。計算体系の中央に高さ 180 cm、幅 30 cm の平面（高さ依存を調べるため 30 cm × 30 cm にさらに区画化）を地表に垂直に設置し、その面を横切るβ線と光子のエネルギー及び入射角度フルエンスを計算し、それに ICRP Publ 74 [5]（入射角度＞ 75°で Grosswendt [6]）の換算係数を乗じてβ線 H_p(0.07)、β線 H_p(3)、γ線 H_p(10)、さらにγ線 H*(10)を計算する。なお、β線及びγ線の線源スペクトルとその強度は前述したように ICRP Publ 107 [3] から引用し、両線種ともにエネルギー 10keV 以上を計算対象とする。

また、上記の計算は、完全に平滑な平面上に放射性物質が一様に沈着した場合を想定したもので、地表の荒れの程度(ground roughness)によるβ線の吸収・散乱を考慮しておらず、必ずしも現実的な計算とは言えない。そこで、先行研究からβ線量に最も寄与することが判明している ^{132}I について、その一様な平面線源を地中深さ 0.1 mm ～ 5.5 mm（16 mg/cm^2 ～ 880 mg/cm^2）に敷いた条件における地表でのβ線強度を計算し、吸収・散乱の影響を調べる。

（倫理面への配慮）

本研究は、特定個人にかかわるものを対象とするものではないので人権擁護上の配慮等を特に必要としない。

（３）尿中ヨウ素-129 分析に関する研究

原子力機構（JAEA）では、内部被ばくに係る甲状腺及び全身の精密測定を目的として JAEA に来訪した緊急作業員 517 名から提供された尿試料の内、^{134}Cs あるいは ^{137}Cs が検出された 230 名の尿試料を現在も保管している。当時、放射性セシウムについては測定したものの、事故発生後２か月から４か月程度経過してからの採取であったため、これらの試料中に含まれる短半減期の ^{131}I は検出できず、その正確な内部被ばく線量評価には情報が不足したままである。しかし、^{131}I の放射性同位体である長半減期の ^{129}I が検出できれば、環境モニタリングデータ等を利用して、^{131}I との同位体比組成比からその摂取量及び線量を推定することができると考えられる。しかし、この尿中 ^{129}I を測定するためには、尿試料からヨウ素を抽出し、極低濃度まで測定できる加速器質量分析法（Accelerator Mass Spectrometry、AMS）で測定する必要があるが、その確立した分析方法及び測定条件は、今のところない。このため、本研究では、文献等を参考に、その分析及び AMS 測定に係る手法の検討を行う。

（倫理面への配慮）

本研究項目は、特定個人から採取された生体試料（尿）を今後扱うため、量子科学技術研究開発機構において研究倫理審査の承認を得ている。

（４）緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

原則として実効線量 70mSv 以上を対象とし、2018 年度および 2020 年度、本研究への参加に同意が得られた方々から得た末梢血を用い、染色体転座法を用いて遡及的線量評価を行った。ヒト１、２、４番染色体に特異的に結合する染色体ペインティングプローブを用いた蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション（FISH）法により、染色体を標識した。染色体蛍光画像を撮影し、福島県立医科大学および弘前大学で染色体転座を検出し、その頻度を算出した。解析基準、必要となる解析細胞数、線量計算方法は ISO 20046：2019 [7] に準拠する。また、転座は年齢に応じて増加することが報告されているため、年代別世界平均自然発生頻度（Sigurdson et al., Mutat Res. 2008）[8] による年齢補正を行っている。線量推定には Abe 等 [9] の解析結果を再評価した Goh 等 [10] の線量反応曲線を用いている。物理被ばく線量においては、2011 年 12 月 16 日までの被ばく線量を緊急被ばく線量、採血時の最終線量月までの累積算線量を総被ばく線量とする。また、個人線量計

に基づく外部被ばく実効線量と内部被ばく実効線量の総和を累積被ばく線量とする。

染色体転座頻度は喫煙や医療費ばくの影響を受ける。昨年度、第三者委員会から緊急作業下の被ばく線量の影響を正確に評価するためには、対象者の医療による被ばく線量を特定し、その影響を調整するべきであるとの助言があったため、昨年度までに解析した染色体転座頻度を基に、染色体転座頻度に及ぼす喫煙および医療被ばくの影響について精査した。染色体転座頻度により推定される被ばく線量と物理学的推定線量の関係を図２に示す。医療被ばく歴については、同様に基本調査で提供していただいた医療被ばく歴をもとに、医療被ばく線量を算出した。なお、CT 被ばく線量の算出には日本人の CT 被ばく線量参考値を用いる[11]。

（倫理面への配慮）

量子科学技術研究開発機構および研究協力者所属機関の倫理審査委員会で承認された研究計画に従い遂行した。健診会場での同意取得には細心の注意をもって当たった。染色体分析に基づく遡及的線量評価では、本事業における検診時の個人番号（ID）とは異なる染色体転座解析用 ID を別途付し、個人情報の保護に努めた。なお、本報告書では、染色体転座解析用 ID のみを示す。

C．研究結果

（１）既存被ばく線量評価値の検証・解析

線量データセットの更新やデータ集計方法の変更等があったため、緊急作業従事者の線量分布について再掲する。表１に F71（緊急線量）及び F72（緊急外部被ばく線量、緊急内部被ばく線量）から集計した線量分布を比較して示す。表２には、F72 に収録された緊急線量について、全作業期間の合計値と 2011 年 12 月までの合計値を比較して示した。また図２には、F72 に収録された各緊急作業従事者の緊急外部被ばく線量と緊急内部被ばく線量の散布図を示した。以上の結果から、緊急作業従事者全体の傾向としては、外部被ばく線量の方が内部被ばく線量よりも高く、また、2012 年１月以降の緊急作業に伴う線量データのある 475 名については、ほぼ東電作業員であり、線量の高い者が比較的多かった。図３及び図４には日次及び月次の緊急作業従事者数（延べ数）を示す。ここで前者は F73（個人線量計測定値）、後者は

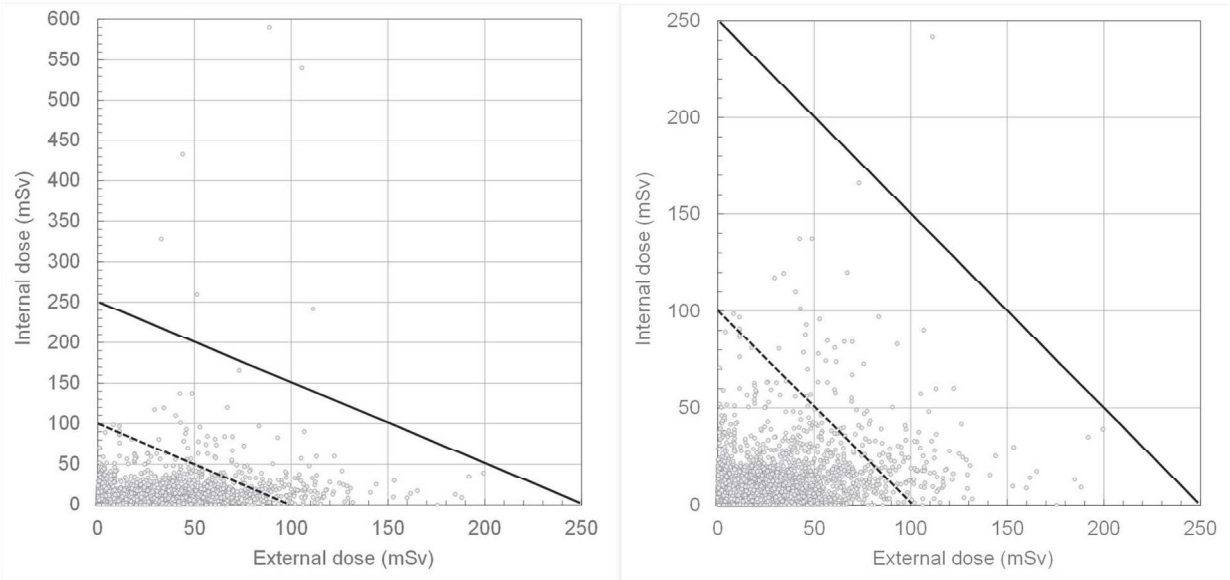


図２　各緊急作業従事者の外部被ばく線量と内部被ばく線量の散布図（F72）
※図中の実線及び点線は、それぞれ合計線量 250 mSv 及び 100 mSv に対応。左右のグラフは縦軸（内部被ばく線量）のスケールを変えて表示。

表１　F71 及び F72 から集計した緊急被ばく線量の比較

Dose range	F71	F71	F71	F72	F72	F72	F72	F72	F72	F72	F72	F72
	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others
				Total dose			External dose			Internal dose		
≤ 1 mSv	4751	802	3949	4749	802	3947	4985	822	4163	2284	27	2257
≤ 5 mSv	4855	633	4222	4854	633	4221	4990	647	4343	1107	230	877
≤ 10 mSv	2808	444	2364	2809	444	2365	2881	502	2379	682	287	395
≤ 20 mSv	3164	587	2577	3164	587	2577	3186	649	2537	707	400	307
≤ 50 mSv	2678	647	2031	2678	647	2031	2490	660	1830	311	194	117
≤ 75 mSv	545	314	231	544	314	230	516	349	167	44	27	17
≤ 100 mSv	319	258	61	319	258	61	166	141	25	22	11	11
≤ 150 mSv	137	118	19	138	118	20	68	59	9	7	7	0
≤ 200 mSv	28	26	2	28	26	2	10	7	3	1	1	0
≤ 250 mSv	3	1	2	3	1	2	0	0	0	1	1	0
250 mSv <	6	6	0	6	6	0	0	0	0	5	5	0
Blank	518	50	468	520	50	470	520	50	470	14641	2696	11945
Total	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926

※下線部は F71 と F72（緊急被ばく線量合計値）が一致しない。

表２　F72 から集計した緊急被ばく線量の期間別合計値の比較

Dose range	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others	All	TEPCO	Others
	External dose			Internal dose			External dose			Internal dose		
	(all emergency operations)			(all emergency operations)			(from Mar. to Dec. 2011)			(from Mar. to Dec. 2011)		
≤ 1 mSv	4985	822	4163	2284	27	2257	4953	790	4163	2265	8	2257
≤ 5 mSv	4990	647	4343	1107	230	877	4901	559	4342	1107	230	877
≤ 10 mSv	2881	502	2379	682	287	395	2795	415	2380	682	287	395
≤ 20 mSv	3186	649	2537	707	400	307	3109	573	2536	707	400	307
≤ 50 mSv	2490	660	1830	311	194	117	2497	668	1829	311	194	117
≤ 75 mSv	516	349	167	44	27	17	374	206	168	44	27	17
≤ 100 mSv	166	141	25	22	11	11	113	88	25	22	11	11
≤ 150 mSv	68	59	9	7	7	0	65	57	8	7	7	0
≤ 200 mSv	10	7	3	1	1	0	10	7	3	1	1	0
≤ 250 mSv	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
250 mSv <	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	5	0
Blank	520	50	470	14641	2696	11945	995	523	472	14660	2715	11945
Total	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926	19812	3886	15926

F72から集計した。

図３からは、発災直後に緊急作業従事者数が減少した後､増加に転じていることが分かる。図４からは、2011年度に月次の緊急作業従事者数は8,000名程度であり、2012年度以降は徐々に減少していることが分かる。ただし、F72とF73の緊急作業従事者数は異なり、F73にあるデータ数はF72の６～８割程度であった。

表３にTEC（内部被ばく線量データ）から集計した内部被ばく線量評価手法別のデータ件数及び人数をまとめた。同表には、TECに収録された各核種の体内残留量計測値、測定日及び摂取日から再計算した内部被ばく線量とF72

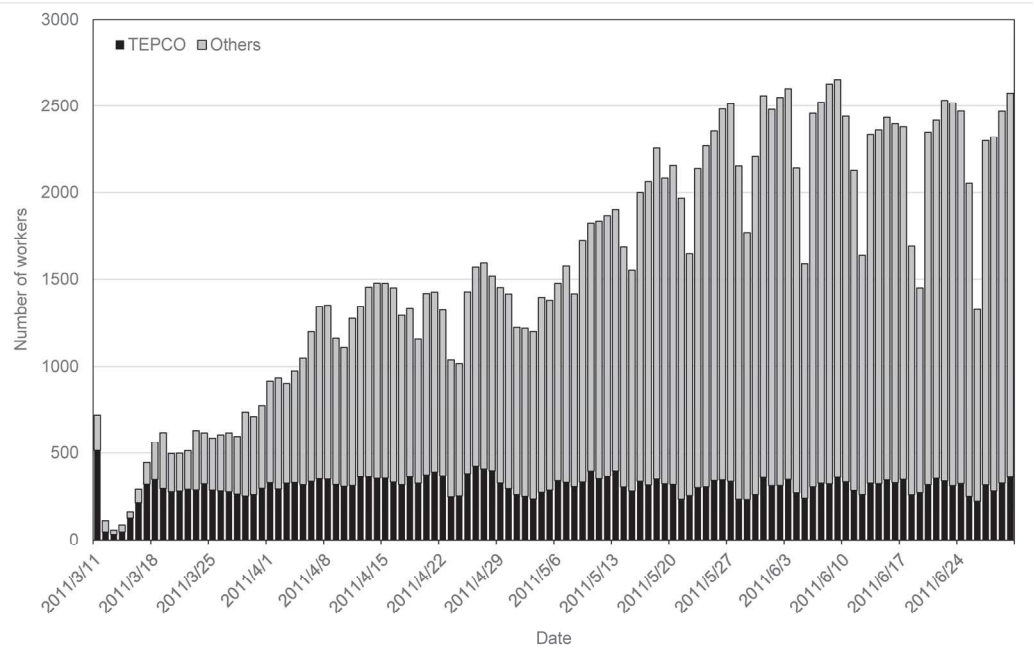


図３　緊急作業従事者数の日次推移

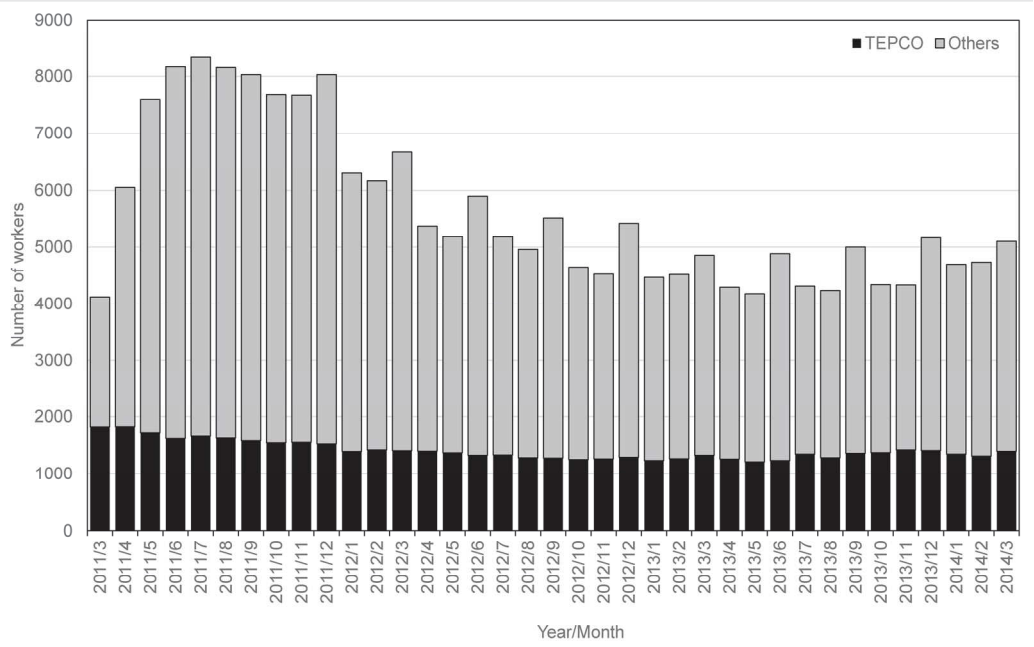


図４　緊急作業従事者数の月次推移

表３　内部被ばく線量評価分類別集計

					第一期最終有効	検証可能		F72適合		検証一致	
	名称	件数	人数	摂取3-4月件数	件数=人数	人数	割合（%）	人数	割合（%）	人数	割合（%）
1	WBC(Ge)I131検出	235	131	235	**131**	131	100	84	64.1	115	87.8
2	WBC(NaI)I131検出＋WBC(Ge)I131検出	145	43	145	**43**	43	100	41	95.3	42	97.7
3	WBC(NaI)I131未検出＋WBC(Ge)I131検出	45	13	45	**13**	13	100	11	84.6	13	100
4	WBC(Ge)I131未検出	433	224	433	**224**	223	99.6	182	81.2	219	97.8
5	WBC(NaI)I131検出＋WBC(Ge)I131未検出	83	24	83	**24**	24	100	23	95.8	24	100
6	WBC(NaI)I131未検出＋WBC(Ge)I131未検出	172	51	171	**51**	51	100	50	98	51	100
7	WBC(Ge)＋個別評価	18	9	18	**9**	6	66.7	4	44.4	5	55.6
8	WBC(NaI)I131検出	1248	634	1248	**634**	634	100	446	70.3	12	1.9
9	NaI-SvM+WBC(PL)+WBC(NaI)	7	3	7	**3**	3	100	1	33.3	1	33.3
10	WBC(NaI)I131未検出	8028	4060	7984	**4060**	4056	99.9	2873	70.8	3345	82.4
11	WBC(NaI)I131未検出×２	6	3	5	**3**	3	100	1	33.3	2	66.7
12	WBC(NaI)I131未検出＋個別評価	63	37	63	**37**	13	35.1	18	48.6	4	10.8
13	WBC(NaI)I131検出＋個別評価	11	5	11	**5**	2	40	3	60	0	0
14	WBC(NaI)I131未検出×２＋個別評価	16	8	16	**8**	8	100	3	37.5	1	12.5
15	NaI-SvM：Net検出+WBC(PL)	321	285	320	**285**	285	100	50	17.5	284	99.6
16	NaI-SvM：Net未検出+WBC(PL)	163	155	163	**155**	150	96.8	142	91.6	1	0.6
17	WBC(PL)	112	72	105	**70**	58	82.9	21	30	57	81.4
18	NaI-SvM：Net検出+WBC(PL)×複数	36	12	36	**12**	12	100	8	66.7	0	0
19	NaI-SvM：Net未検出+WBC(PL)×複数	27	9	27	**9**	9	100	9	100	4	44.4
20	WBC(PL)＋個別評価	2199	1096	2192	**1096**	711	64.9	443	40.4	711	64.9
21	NaI-SvM：Net検出+WBC(PL)＋個別評価	271	131	271	**131**	31	23.7	76	58	29	22.1
22	NaI-SvM：Net未検出+WBC(PL)＋個別評価	18	9	18	**9**	1	11.1	1	11.1	0	0
23	NaI-SvM+WBC(PL)×３以上	12	2	12	**2**	2	100	2	100	0	0
24	個別評価	449	311	449	**311**	0	0	58	18.6	0	0
		14118	7327	14057	7325	6469	88.3	4550	62.1	4920	67.2

（緊急内部被ばく線量）と比較検証した結果も併せて示した。TEC の全データ数は 14,118 件であり、対象人数としては 7,327 名、この内 2 名を除き、摂取日は 2011 年 3 月または 4 月であった。内部被ばく線量評価手法は 24 種類に分類でき、この中で最も多くの緊急作業従事者に適用された手法は、NaI(Tl) 検出器を備えたホールボディカウンタ（WBC）の被検者の内、^{131}I 未検出の者に対して福島第一原発敷地内の空気中濃度比（^{131}I/^{137}Cs）または同 WBC の ^{131}I に対する検出限界値（MDA）のいずれかを用いて補正する手法 [12] であった（4,060 名）。検証結果については、^{131}I がいずれかの測定方法により同定・定量された者については良好であった。他方、検証計算が一致しない理由の内訳としては、個別評価（基本となる評価フローに準拠せず、事業者側で独自の判断をして行った評価）を除き、内部被ばく線量データ（測定日、計測値等）の一部が欠損、あるいは、前述の WBC の被検者に対する ^{131}I 体内残留量の補正（^{131}I の検出如何によらず、全身残留量から甲状腺残留量に変換するのに 2.935 で除す）が未実施の場合が比較的多かった。

内部被ばく線量の再評価に関しては、特に人数の多い ^{131}I 未検出者について、昨年度からの検討を継続した[12]。図 5 に ^{131}I 未検出者に対する 2 種類の ^{131}I 線量の推定方法を示す。最初の方法は、NaI(Tl) 検出器または Ge 検出器を備えた WBC を用いた体外計測により ^{131}I と ^{137}Cs の両方が検出された者を抽出し、摂取期間毎に摂取量比を導出し、その代表値（中央値など）を ^{137}Cs 摂取量に乗じて推定する方法である。この方法の概念自体は昨年度報告書に記述したものと同じであるが、両核種の摂取量比の導出には、事業者による計算結果（TEC）ではなく、検証計算の結果を用いた。これにより、例えば、2011 年 3 月 12 日における摂取量比（^{131}I/^{137}Cs）の中央値は、昨年度の値に比べて約半分（17.03）になった。この主な理由としては、前述した NaI(Tl) 検出器を備えた WBC で定量された ^{131}I 体内残留量に対する補正による影響が考えられる。二つ目の方法は、各種 WBC の ^{131}I の MDA を用いる方法であり、MDA 相当の ^{131}I 体内残留量があると仮定して、^{131}I の摂取量を推定する方法である。こちらも昨年度と同様な方法であるが、^{137}Cs 体内残留量を変数として MDA を関数近似する際に、残差の大きかった協力企業のデータは除き、東電のみのデータを使用するように変更した。以上の方法により再評価を行った ^{131}I 未検出者（4,423 名）に対する内部被ばく線量（実効線量）分布を、他の評価結果と比較して図 6 に示す。同図中の実効線量（検証計算）は、東電が示した評価方法に準拠し、TEC のデータを用いて線量評価分科会で計算した結果であり、実効線量（TEC）と良く一致した。他方、実効線量（F72: 2011 年 3 月から同年 6 月までの合計値）については、2 mSv 以下の線量域において実効線量（TEC）と分布が異なっており、F72 では記録レベル（それ未満は有意な内部被ばくがないと見なし、線量値を記録しない）を適用したものと考えられる。

図 7 には、内部被ばく線量の検証が可能な 6,447 名に対し、検証計算で得られた各核種（^{131}I、^{134}Cs 及び ^{137}Cs）の摂取量に対象臓器の等価線量係数（Sv Bq^{-1}）を乗じ、臓器線量を導出した結果を示した。表 4 に使用した各核種の線量係数を示した[13]。内部被ばく線量の大半が ^{131}I によるため、甲状腺以外の臓器（肺、結腸、骨表面）については実効線量より低い結果となった。対象者全員の実効線量及び甲状腺線量の中央値は、それぞれ 0.7 mSv、6.2 mSv であり、東京電力作業員が協力企業作業員より実効線量で約 3 倍（1.7 mSv）、甲状腺線量で約 5 倍（21 mSv）高い結果となった。

なお、内部被ばく線量については、UNSCEAR 報告書 [14] 等で指摘されているように、^{131}I 以外の短寿命核種の内部取り込みの可能性を考慮する必要がある。^{131}I 以外の短寿命核種とは主に ^{132}Te-^{132}I（放射平衡）と ^{133}I であるが、福島第一原発の事故時の炉内インベントリ [15] から、これらの核種の ^{131}I に対する相対放射能を求め、^{131}I と同時に吸入摂取があったと仮定して、^{131}I のみを考慮した内部被ばく線

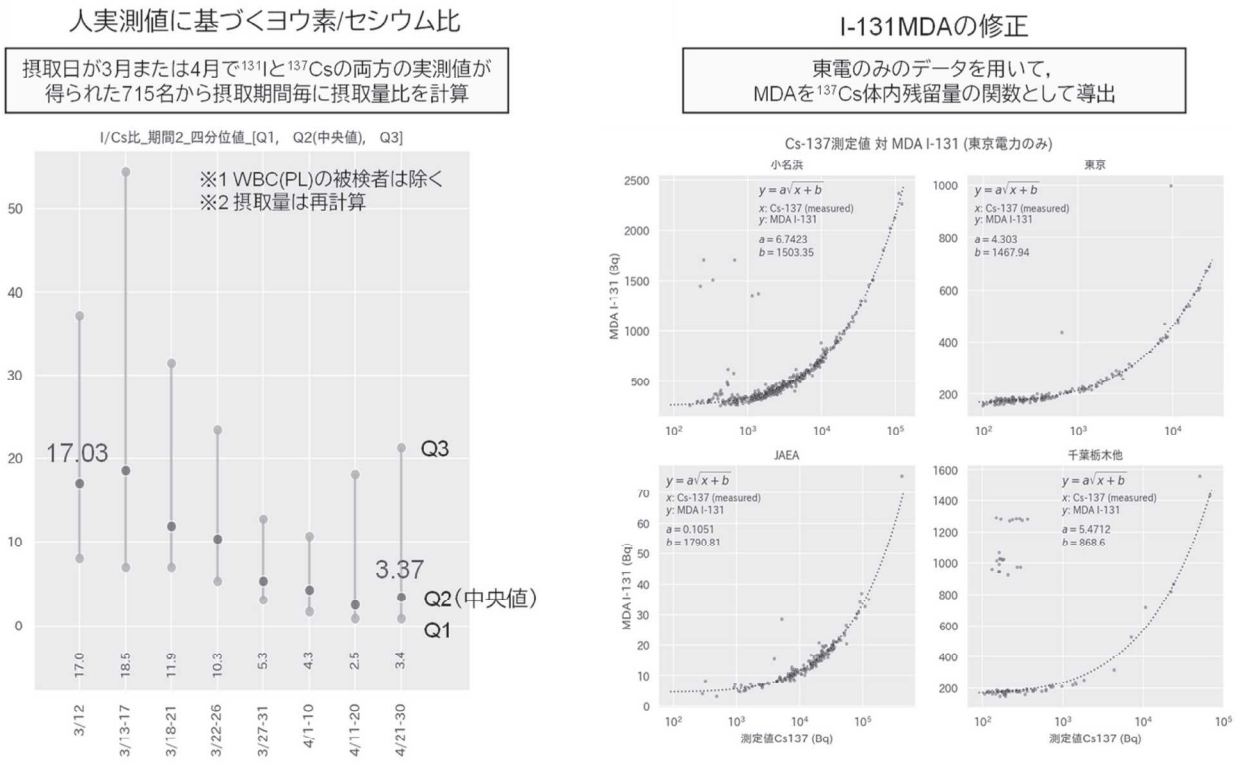


図５　^{131}I 未検出者に対する内部被ばく線量推定方法

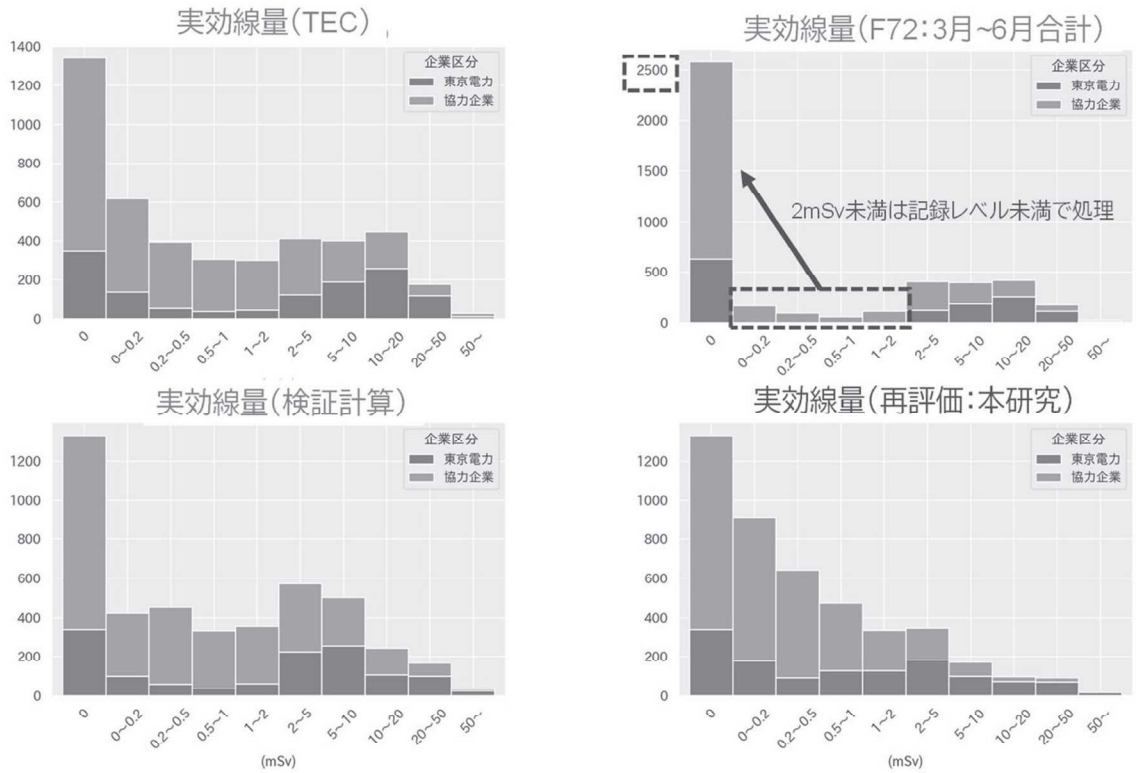


図６　^{131}I 未検出者に対する内部被ばく線量（実効線量）の再評価

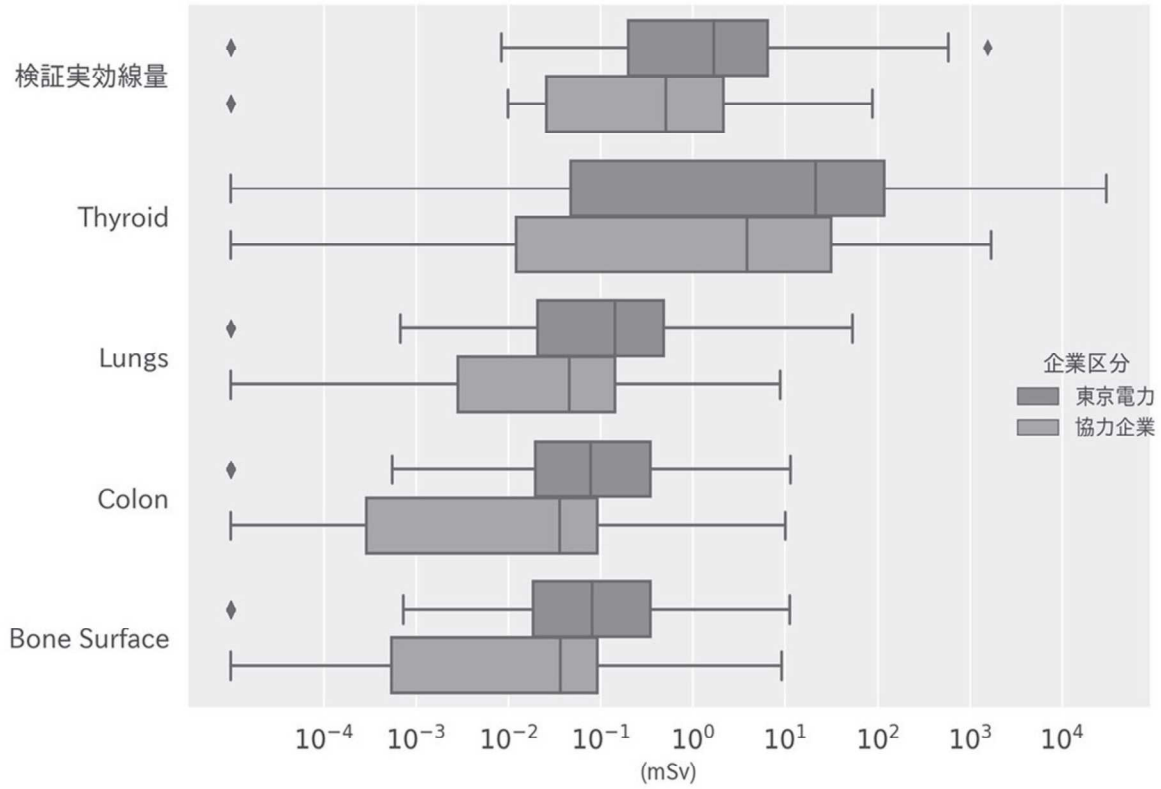


図７　緊急作業従事者の内部被ばくによる臓器線量と実効線量の分布

表４　使用した内部被ばく線量係数（Sv Bq^{-1}）

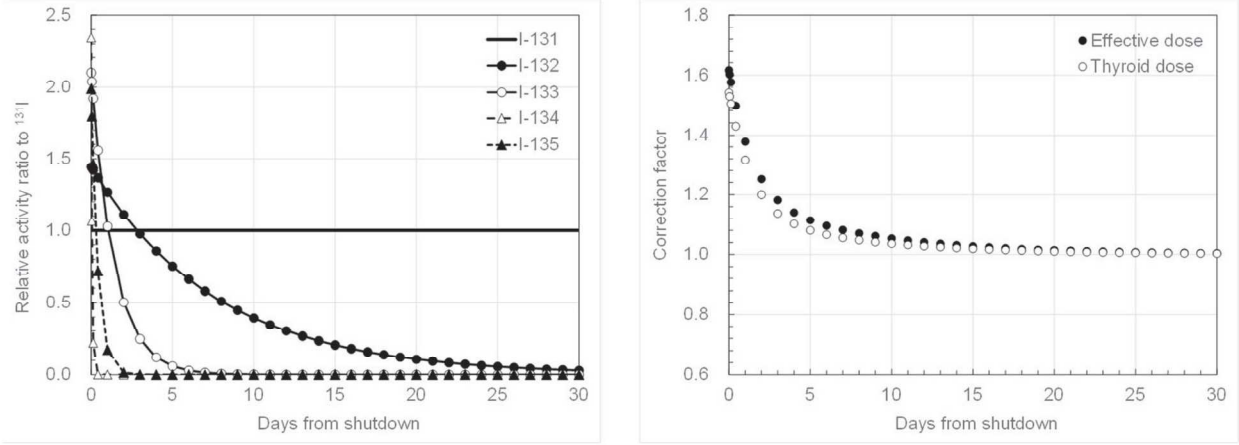
Nuclide	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{132}Te	^{132}I	^{133}I
Physicochemical form	Elemental	Particulate	Particulate	Particulate	Elemental	Elemental
Particle size (μm)	N.A.	5	5	5	N.A.	N.A.
Absorption type	F	F	F	F	F	F
Bone surface	1.2×10^{-10}	9.6×10^{-09}	6.6×10^{-09}	1.2×10^{-09}	2.8×10^{-11}	4.7×10^{-11}
Colon	6.5×10^{-10}	1.0×10^{-08}	7.4×10^{-08}	3.1×10^{-08}	3.0×10^{-11}	5.3×10^{-11}
Lungs	6.9×10^{-10}	8.5×10^{-09}	6.1×10^{-09}	2.7×10^{-10}	6.0×10^{-10}	6.5×10^{-10}
Thyroid	3.7×10^{-07}	9.0×10^{-09}	6.3×10^{-09}	3.2×10^{-08}	3.6×10^{-09}	7.6×10^{-08}
Effective dose	2.0×10^{-08}	9.6×10^{-09}	6.7×10^{-09}	2.4×10^{-09}	3.1×10^{-10}	4.0×10^{-09}

※^{132}Te, ^{132}I 及び ^{133}I は，甲状腺線量を対象として ^{131}I 以外の短寿命核種の影響として考慮。

量を補正する方法を検討した（図８）。同図中の実効線量（甲状腺線量）に対する補正係数は、2011 年３月 12 日摂取の場合で 1.38（1.32）、同年３月 15 日摂取の場合で 1.14(1.10)となった。すなわち、補正係数の分だけ、^{131}I による内部被ばく線量は増加することになる。ただし、^{132}I、^{133I} 及び ^{132}Te の線量係数は表４の数値を使用しており、^{132}Te については物理化学形の不確実性がある。

（２）電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

平滑な地表に一様分布した放射性テルル、放射性ヨウ素及び放射性セシウムについて、核種



内部被ばく線量＝^{131}I 摂取量×^{131}I 線量係数×F＋^{134}Cs 摂取量×^{134}Cs 線量係数＋^{137}Cs 摂取量×^{137}Cs 線量係数

$$F = \frac{^{131}\text{I 線量係数} + ^{132}\text{I 線量係数} \times ^{132}\text{I 相対放射能} + ^{133}\text{I 線量係数} \times ^{133}\text{I 相対放射能} + ^{132}\text{Te 線量係数} \times ^{132}\text{Te 相対放射能}}{^{131}\text{I 線量係数}}$$

（※ヨウ素の化学形は蒸気状を仮定）

図８　^{131}I 以外の短寿命核種による内部被ばく線量の補正方法
※左グラフは ^{131}I に対する各核種の相対放射能のシャットダウンからの経過時間に伴う変化を示す。
^{132}Te は ^{132}I と放射平衡状態にあるため、表示していない。右グラフは補正係数（F）を示す。

毎にβ線 H_p(0.07)、β線 H_p(３)及びγ線 H_p(10)、並びにそれらのβ／γ比を地表からの高さの関数として計算した結果を表５に示す。ここで H_p(0.07)等の単位は nSv/h per Bq/cm^2 である。これらの計算結果のうち代表的な核種について線量当量率等の地表からの高さによる変化の傾向を図９に示す。また、高さ 100 cm における核種毎の光子の H*(10)計算値と文献値[16]を比較した結果を表６に示す。

表５に示した核種毎の結果と、2011 年３月 22 日に発電所閾値内で採取された土壌試料に含まれていた放射性物質の核種組成[4]に基づき、高さ 120 cm（個人線量計の着用位置に相当）における光子 H_p(10)に対する様々な高さでのβ線 H_p(0.07)及びβ線 H_p(３)の比を、地震発生日（2011 年３月 11 日）からの経過日数の関数としてそれぞれ算出した結果を表７に示す。核種組成は、試料が採取された場所によって変わるため、ここでは ^{132}Te（^{132}I）の相対的な割合が多い北側（１、２号機スタックから北に 500 m 採取）と、^{131}I の相対的な割合が多い南側（同、南南西に 500 m 採取）の二種類の組成を使用する。また、平均光子エネルギーについても同様の手順により算出した結果を表８に示す。平均エネルギーは 0.3 ～ 0.5 MeV であった。

また、^{132}I の一様な平面線源を地中 0.1 mm ～ 5.5 mm に設置した場合の、地表でのβ線相対強度を計算した結果を図 10 に示す。この図では、地表（深さ 0 mm）でβ線を発生させたときの強度を１に規格化した。

（３）尿中ヨウ素 -129 分析に関する研究

令和３年度までに確立したヨウ素分析法のうちイオン交換法）を適用し、JAEA で採取した緊急作業員５名分の尿試料を分析した。ここでは、尿中 ^{137}Cs 濃度が① 100 Bq/L 未満(n=107)、② 100 Bq/L 以上 250 Bq/L 未満（n=83)、③ 250 Bq/L 以上（n=27）の３つのグループに分け、①から２件、②から２件、③から１件を抽出した。分析後の試料は、令和５年度に加速器質量分析装置で測定を行う予定である。

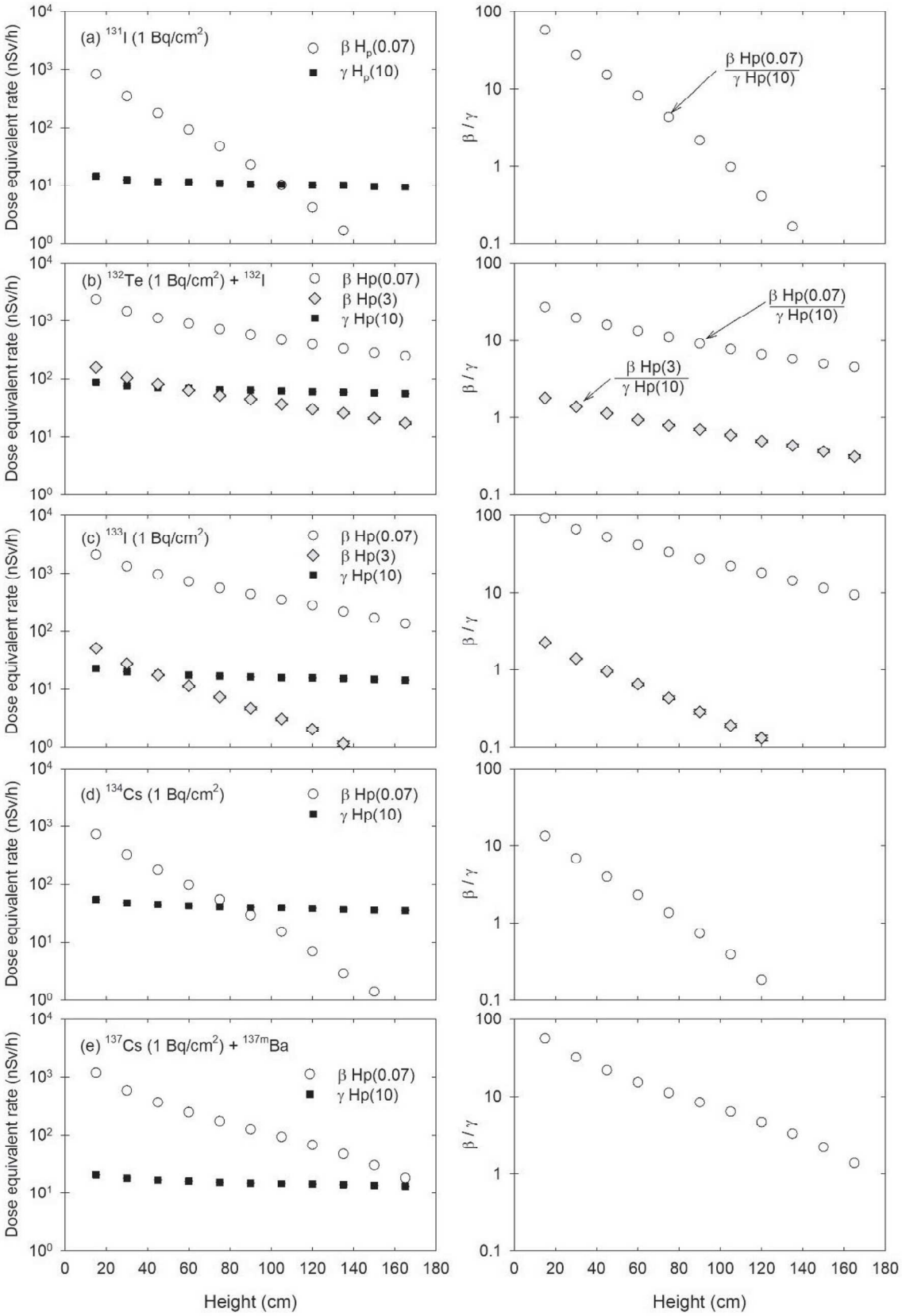


図９　平滑な地表に一様分布した代表的な放射性核種によるβ線 H_p(0.07)、β線 H_p(３)及び光子 H_p(10)、並びにそれらの比の高さによる変化

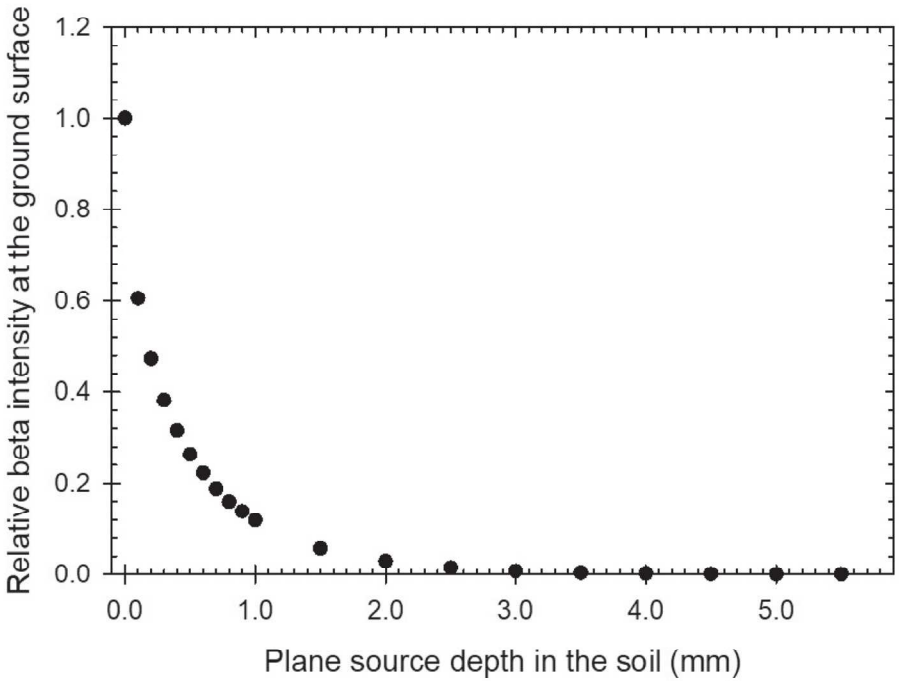


図 10　^{132}I の一様な面線源を地中に設置した条件における地表での相対 β 線強度
（平滑な地表に線源を設置した場合の強度を 1 に規格化）

（4）緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

① 2018 年度採血分に基づくベースライン調査

2018 年度に採血した 62 名の染色体解析（図 11 参照）において、がん罹患者 1 名および解析細胞数が 1,000 細胞ゲノム相当に達しなかった 7 名を除く、54 名の解析結果について結果を報告した（Abe et al., 2023, in press）[11]

②染色体転座頻度に影響する因子の解析

令和 3 年度および令和 4 年度の解析により、生物学的線量評価値を増大させる因子として、喫煙習慣、医療被ばく（特に CT 検査）、加齢が明らかとなった。そこで、図 11 に示した生物学的および物理学的線量の考え方に基づき、年齢補正後の染色体転座頻度により推定された生物学的推定線量と緊急作業時の総被ばく線量（P1）（図 12A）、緊急作業時の被ばく線量と医療被ばく線量の積算線量（P1+P2）（図 12B）、緊急作業時の被ばく線量と自然被ばく線量の総和（P1+P3）（図 12C）および物理学的線量の総和（P1+P2+P3）（図 12D）を比較した（図 12）。昨年度の報告と同様に、生物学的推定線量と緊急作業時の被ばく線量との相違感は低く、生物学的推定線量が多くの作業員で高値を示す（図 12A）。また、医療被ばく線量を加えて生物学的推定線量と比較した場合も同様に相関は低い（図 12B）。一方、採血時までの累積自然放射線被ばく線量を加えた場合、相関（決定係数）はわずかに上昇するが、依然、生物学的推定線量とは高い相関は認められなかった（図 12C、D）。

次に、染色体転座に影響を及ぼす要因である喫煙習慣を加え、自然被ばく線量、医療被ばく線量および喫煙習慣の有無を総合的に比較した（図 13）。医療被ばく歴および喫煙歴の内作業員の染色体転座頻度は国際的自然染色体発生頻度とほぼ一致した。一方、喫煙歴がある場合は、自然染色体転座頻度よりも上回ることが確認され、喫煙を中断（禁煙）した作業員でも染色体転座頻度が増加した。また、医療被ばく歴のある作業員は、医療被ばくにより染色体転座頻度が増加することが明らかとなった。砕石した作業員において、喫煙歴および医療被ばく歴があ

表５　地表に一様分布（1 Bq/cm^2）した放射性核種によるβ線 H_p(0.07)、β線 H_p(３）及び光子 H_p(10)、並びにそれらの比の高さによる変化

(a) β線Hp(0.07)及びHp(3)

Height (cm)		Beta Hp(0.07) (nSv/h per Bq/cm^2)																		Beta Hp(3) (rSv/h per Bq/cm^2)							
		^{129m}Te		^{129}Te		^{132}Te		^{131}I		^{132}I		^{133}I		^{134}Cs		^{137}Cs		^{137m}Ba		^{129m}Te		^{129}Te		^{132}I		^{133}I	
180-150	(165)	1.28E+02	2.2%	2.65E+02	2.5%	0.00E+00	0.0%	1.95E-01	10.4%	2.50E+02	2.0%	1.35E+02	3.1%	6.11E-01	9.6%	7.24E+00	2.6%	1.17E+01	1.5%	5.75E+00	7.9%	4.82E+00	10.1%	1.74E+01	5.1%	3.25E-01	8.8%
165-135	(150)	1.46E+02	2.0%	3.11E+02	2.2%	0.00E+00	0.0%	6.39E-01	7.0%	2.84E+02	1.8%	1.70E+02	2.6%	1.40E+00	6.0%	9.71E+00	2.4%	2.18E+01	1.2%	6.97E+00	6.8%	6.63E+00	7.7%	2.10E+01	4.8%	5.92E-01	7.5%
150-120	(135)	1.73E+02	1.8%	3.75E+02	1.9%	0.00E+00	0.0%	1.67E+00	4.1%	3.38E+02	1.7%	2.18E+02	2.3%	2.92E+00	4.2%	1.31E+01	2.1%	3.59E+01	1.0%	9.09E+00	5.4%	8.63E+00	5.7%	2.58E+01	4.4%	1.15E+00	10.9%
135-105	(120)	2.04E+02	1.6%	4.67E+02	1.8%	0.00E+00	0.0%	4.19E+00	3.0%	3.99E+02	1.5%	2.82E+02	2.0%	6.94E+00	3.3%	1.71E+01	2.0%	5.34E+01	0.9%	1.17E+01	5.0%	1.27E+01	4.9%	3.00E+01	3.8%	2.05E+00	8.0%
120-90	(105)	2.44E+02	1.4%	5.60E+02	1.6%	0.00E+00	0.0%	1.02E+01	2.4%	4.78E+02	1.3%	3.51E+02	1.6%	1.52E+01	3.0%	2.37E+01	1.7%	7.39E+01	0.7%	1.41E+01	4.1%	1.70E+01	4.6%	3.68E+01	3.5%	3.07E+00	5.8%
105-75	(90)	2.93E+02	1.3%	6.70E+02	1.4%	0.00E+00	0.0%	2.29E+01	1.8%	5.78E+02	1.2%	4.43E+02	1.4%	2.93E+01	2.2%	3.56E+01	1.5%	9.62E+01	0.6%	1.76E+01	3.3%	2.33E+01	4.4%	4.45E+01	3.4%	4.67E+00	6.6%
90-60	(75)	3.46E+02	1.1%	8.31E+02	1.2%	0.00E+00	0.0%	4.76E+01	1.5%	7.15E+02	1.1%	5.59E+02	1.1%	5.48E+01	1.7%	5.83E+01	1.3%	1.22E+02	0.6%	2.31E+01	3.0%	3.23E+01	4.2%	5.18E+01	3.0%	7.28E+00	4.8%
75-45	(60)	4.28E+02	1.0%	1.02E+03	1.0%	2.33E-04	39.7%	9.29E+01	1.0%	8.93E+02	0.9%	7.19E+02	0.9%	9.79E+01	1.3%	1.02E+02	1.1%	1.53E+02	0.5%	3.05E+01	2.9%	4.33E+01	3.3%	6.35E+01	2.4%	1.14E+01	3.6%
60-30	(45)	5.33E+02	0.8%	1.29E+03	0.8%	1.33E-01	8.1%	1.77E+02	0.7%	1.12E+03	0.7%	9.58E+02	0.8%	1.76E+02	1.0%	1.88E+02	0.9%	1.91E+02	0.4%	4.09E+01	2.6%	6.11E+01	2.4%	8.05E+01	1.9%	1.76E+01	2.9%
45-15	(30)	6.74E+02	0.6%	1.68E+03	0.6%	4.59E+00	2.3%	3.48E+02	0.5%	1.47E+03	0.6%	1.31E+03	0.6%	3.26E+02	0.7%	3.59E+02	0.6%	2.44E+02	0.3%	5.41E+01	2.0%	8.47E+01	2.0%	1.05E+02	1.6%	2.74E+01	2.0%
30-0	(15)	9.90E+02	0.4%	2.53E+03	0.4%	9.37E+01	0.7%	8.29E+02	0.3%	2.27E+03	0.4%	2.09E+03	0.4%	7.29E+02	0.4%	8.53E+02	0.4%	3.49E+02	0.2%	8.31E+01	1.4%	1.36E+02	1.3%	1.57E+02	1.1%	5.11E+01	1.4%

(b) 光子Hp(10)

Height (cm)		Photon Hp(10) (nSv/h per Eq/cm^2)																	
		^{129m}Te		^{129}Te		^{132}Te		^{131}I		^{132}I		^{133}I		^{134}Cs		^{137}Cs		^{137m}Ba	
180-150	(165)	1.09E+00	1.4%	1.60E+00	1.0%	6.91E+00	0.5%	9.54E+00	0.8%	4.90E+01	0.8%	1.43E+01	0.8%	3.50E+01	0.8%			1.41E+01	0.8%
165-135	(150)	1.10E+00	1.3%	1.66E+00	1.1%	7.09E+00	0.5%	9.74E+00	0.8%	5.03E+01	0.7%	1.48E+01	0.7%	3.59E+01	0.7%			1.45E+01	0.8%
150-120	(135)	1.15E+00	1.7%	1.73E+00	1.5%	7.18E+00	0.4%	1.02E+01	1.0%	5.20E+01	0.9%	1.53E+01	0.9%	3.69E+01	0.8%			1.51E+01	0.8%
135-105	(120)	1.18E+00	1.7%	1.76E+00	1.4%	7.30E+00	0.4%	1.03E+01	1.0%	5.31E+01	0.9%	1.56E+01	0.9%	3.80E+01	0.8%			1.54E+01	0.8%
120-90	(105)	1.24E+00	2.1%	1.83E+00	1.5%	7.57E+00	0.4%	1.05E+01	0.9%	5.42E+01	0.9%	1.59E+01	0.9%	3.91E+01	0.8%			1.56E+01	0.7%
105-75	(90)	1.27E+00	2.1%	1.88E+00	1.5%	7.80E+00	0.4%	1.07E+01	0.8%	5.59E+01	0.9%	1.62E+01	0.8%	3.97E+01	0.8%			1.59E+01	0.7%
90-60	(75)	1.30E+00	1.1%	1.91E+00	0.9%	8.06E+00	0.4%	1.11E+01	0.7%	5.72E+01	0.7%	1.67E+01	0.7%	4.07E+01	0.7%			1.65E+01	0.6%
75-45	(60)	1.36E+00	1.5%	1.98E+00	0.9%	8.36E+00	0.4%	1.15E+01	0.8%	5.95E+01	0.7%	1.75E+01	0.8%	4.25E+01	0.7%			1.71E+01	0.7%
60-30	(45)	1.43E+00	1.4%	2.08E+00	1.1%	8.80E+00	0.4%	1.18E+01	0.7%	6.23E+01	0.7%	1.84E+01	0.7%	4.45E+01	0.7%			1.79E+01	0.6%
45-15	(30)	1.55E+00	1.3%	2.25E+00	1.4%	9.50E+00	0.3%	1.27E+01	0.7%	6.65E+01	0.7%	1.98E+01	0.7%	4.78E+01	0.6%			1.93E+01	0.6%
30-0	(15)	1.82E+00	1.1%	2.59E+00	1.1%	1.09E+01	0.3%	1.45E+01	0.6%	7.65E+01	0.6%	2.26E+01	0.6%	5.47E+01	0.6%			2.22E+01	0.6%

(c) β線Hp(0.07)/光子Hp(10)またはβ線Hp(3)/光子Hp(10)

Height (cm)		Beta Hp(0.07) / Photon Hp(10)																		Beta Hp(3) / Photon Hp(10)							
		^{129m}Te		^{129}Te		^{132}Te		^{131}I		^{132}I		^{133}I		^{134}Cs		^{137}Cs		^{137m}Ba		^{129m}Te		^{129}Te		^{132}I		^{133}I	
180-150	(165)	1.2E+02	2.6%	1.7E+02	2.7%			2.0E-02	10.4%	5.1E+00	2.2%	9.4E+00	3.2%	1.7E-02	9.7%			8.3E-01	1.7%	5.3E+00	8.1%	3.0E+00	10.2%	3.6E-01	5.2%	2.3E-02	8.9%
165-135	(150)	1.3E+02	2.4%	1.9E+02	2.4%			6.6E-02	7.0%	5.7E+00	2.0%	1.1E+01	2.7%	3.9E-02	6.0%			1.5E+00	1.4%	6.3E+00	6.9%	4.0E+00	7.8%	4.2E-01	4.8%	4.0E-02	7.5%
150-120	(135)	1.5E+02	2.5%	2.2E+02	2.4%			1.6E-01	4.2%	6.5E+00	1.9%	1.4E+01	2.4%	7.9E-02	4.3%			2.4E+00	1.3%	7.9E+00	5.7%	5.0E+00	5.9%	5.0E-01	4.5%	7.5E-02	10.9%
135-105	(120)	1.7E+02	2.3%	2.7E+02	2.3%			4.1E-01	3.1%	7.5E+00	1.8%	1.8E+01	2.1%	1.8E-01	3.4%			3.5E+00	1.2%	9.9E+00	5.3%	7.2E+00	5.1%	5.7E-01	3.9%	1.3E-01	8.1%
120-90	(105)	2.0E+02	2.6%	3.1E+02	2.2%			9.7E-01	2.5%	8.8E+00	1.6%	2.2E+01	1.9%	3.9E-01	3.2%			4.7E+00	1.0%	1.1E+01	4.6%	9.3E+00	4.8%	6.8E-01	3.6%	1.9E-01	5.9%
105-75	(90)	2.3E+02	2.4%	3.6E+02	2.0%			2.1E+00	2.0%	1.0E+01	1.5%	2.7E+01	1.6%	7.4E-01	2.3%			6.0E+00	0.9%	1.4E+01	3.9%	1.2E+01	4.6%	8.0E-01	3.5%	2.9E-01	6.7%
90-60	(75)	2.7E+02	1.6%	4.4E+02	1.5%			4.3E+00	1.6%	1.3E+01	1.3%	3.3E+01	1.3%	1.3E+00	1.9%			7.4E+00	0.8%	1.8E+01	3.2%	1.7E+01	4.3%	9.1E-01	3.0%	4.3E-01	4.8%
75-45	(60)	3.1E+02	1.8%	5.2E+02	1.3%	2.8E-05	39.7%	8.1E+00	1.3%	1.5E+01	1.2%	4.1E+01	1.2%	2.3E+00	1.5%			8.9E+00	0.8%	2.2E+01	3.2%	2.2E+01	3.4%	1.1E+00	2.5%	6.5E-01	3.7%
60-30	(45)	3.7E+02	1.6%	6.2E+02	1.4%	1.5E-02	8.1%	1.5E+01	1.0%	1.8E+01	1.0%	5.2E+01	1.1%	3.9E+00	1.2%			1.1E+01	0.8%	2.9E+01	2.9%	2.9E+01	2.7%	1.3E+00	2.0%	9.6E-01	3.0%
45-15	(30)	4.3E+02	1.4%	7.5E+02	1.5%	4.8E-01	2.4%	2.7E+01	0.9%	2.2E+01	0.9%	6.6E+01	0.9%	6.8E+00	0.9%			1.3E+01	0.7%	3.5E+01	2.4%	3.8E+01	2.4%	1.6E+00	1.7%	1.4E+00	2.1%
30-0	(15)	5.5E+02	1.2%	9.8E+02	1.1%	8.6E+00	0.7%	5.7E+01	0.7%	3.0E+01	0.7%	9.2E+01	0.7%	1.3E+01	0.7%			1.6E+01	0.6%	4.6E+01	1.8%	5.3E+01	1.7%	2.1E+00	1.3%	2.3E+00	1.6%

注：計算値の誤差(%)は１σに相当する

表６　地表に一様分布（1 Bq/cm^2）した放射性核種による高さ 100 cm での光子 H*(10)

核種	Photon H*(10) (nSv/h per Bq/cm^2)			
	本計算値		文献値[6]	(本計算値/文献値−1)×100 (%)
Te−129m	3.07E+00	2.1%	2.95E+00	4%
Te−129	4.15E+00	1.5%	4.08E+00	2%
Te−132	1.74E+01	0.4%	1.70E+01	2%
I−131	2.20E+01	0.9%	2.30E+01	−4%
I−132	1.16E+02	1.0%	1.21E+02	−4%
I−133	3.41E+01	0.9%	3.44E+01	−1%
Cs−134	8.30E+01	0.8%	8.50E+01	−2%
Ba−137m	3.35E+01	0.7%	3.33E+01	1%

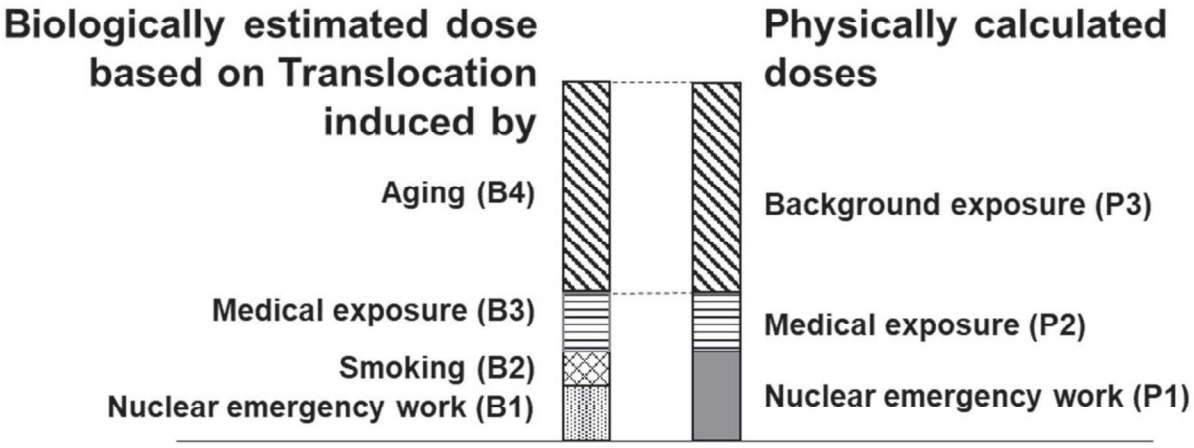


図 11　生物学的推定線量と物理学的推定線量の考え方

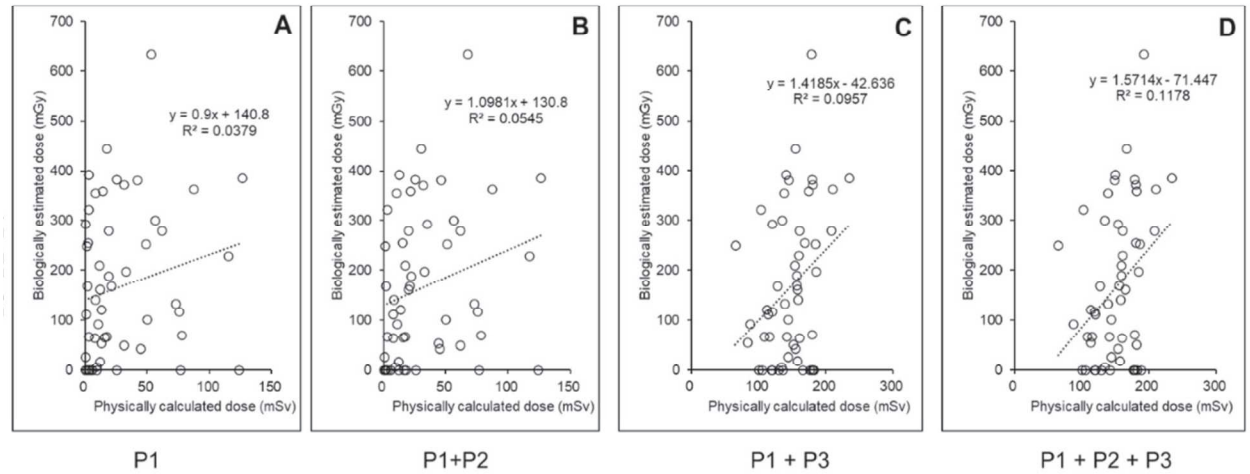


図 12　物理的推定線量と正規化された生物学的推定線量の比較
B：染色体転座頻度による推定線量（１：緊急作業により誘導、２：喫煙により誘導、３：医療費ばくにより誘導、４：加齢により誘導）、P：物理学線量（１：緊急作業による被ばく線量、医療被ばく線量、３：生活習慣を含む自然放射線被ばく線量）

表７　高さ 120 cm における光子 $H_p(10)$ に対する任意の高さにおける β 線 $H_p(0.07)$、β 線 $H_p(3)$ 及び光子 $H_p(10)$ の比の経時変化

土壌	地表からの高さ (cm)		3月11日 0	3月12日 1	3月13日 2	3月14日 3	3月15日 4	3月16日 5	3月17日 6	3月18日 7	3月19日 8	3月20日 9	3月21日 10	3月22日 11	3月23日 12	3月24日 13	3月25日 14	3月26日 15	3月27日 16	3月28日 17	3月29日 18	3月30日 19	3月31日 20
北	180-150	(165)	4.7	4.4	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
	165-135	(150)	5.5	5.1	4.8	4.7	4.6	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
	150-120	(135)	6.7	6.2	5.8	5.6	5.5	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
	135-105	(120)	8.2	7.5	7.0	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7
β Hp(0.07)	120-90	(105)	10	9.1	8.5	8.2	8.0	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4
γ Hp(10) at	105-75	(90)	12	11	10	10	9.3	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.8	9.9	10	10	10	10	10	10	10	11	11
120cm	90-60	(75)	16	14	13	13	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14
	75-45	(60)	20	18	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	18
	60-30	(45)	26	23	22	21	21	20	21	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25
	45-15	(30)	35	32	30	29	23	28	29	29	30	30	31	32	33	33	34	35	35	36	36	37	37
	30-0	(15)	57	52	50	48	43	49	49	51	52	53	55	56	58	60	61	63	64	65	66	67	68
	180-150	(165)	0.23	0.24	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14
	165-135	(150)	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17
	150-120	(135)	0.35	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
	135-105	(120)	0.41	0.43	0.44	0.44	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27
β Hp(3)	120-90	(105)	0.51	0.53	0.54	0.54	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.46	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34
γ Hp(10) at	105-75	(90)	0.63	0.65	0.66	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.47	0.46	0.45	0.43
120cm	90-60	(75)	0.76	0.77	0.78	0.78	0.77	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72	0.70	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.57	0.56
	75-45	(60)	0.95	0.96	0.97	0.96	0.96	0.95	0.94	0.92	0.91	0.90	0.88	0.86	0.85	0.83	0.81	0.80	0.78	0.77	0.75	0.74	0.73
	60-30	(45)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.99	0.97
	45-15	(30)	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3
	30-0	(15)	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0
	180-150	(165)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	165-135	(150)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94
	150-120	(135)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	135-105	(120)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
γ Hp(10)	120-90	(105)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
γ Hp(10) at	105-75	(90)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
120cm	90-60	(75)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	75-45	(60)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	60-30	(45)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	45-15	(30)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	30-0	(15)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
南	180-150	(165)	6.2	5.0	3.8	2.8	2.1	1.6	1.4	1.2	1.1	0.97	0.91	0.86	0.82	0.80	0.78	0.76	0.75	0.75	0.76	0.76	0.78
	165-135	(150)	7.7	6.2	4.7	3.4	2.5	2.0	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.97	0.95	0.94	0.93	0.93	0.94	0.95	0.97
	150-120	(135)	9.8	7.9	5.9	4.3	3.2	2.5	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
	135-105	(120)	13	10	7.6	5.5	4.1	3.2	2.6	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8
β Hp(0.07)	120-90	(105)	16	13	9.6	7.1	5.3	4.2	3.6	3.2	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6
γ Hp(10) at	105-75	(90)	20	16	12	9.4	7.2	5.9	5.1	4.6	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1
120cm	90-60	(75)	26	21	16	13	10	8.6	7.7	7.2	6.8	6.7	6.5	6.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.6	6.6
	75-45	(60)	34	28	22	18	15	13	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	60-30	(45)	46	39	32	26	23	21	19	19	19	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19
	45-15	(30)	65	56	48	42	37	35	34	33	33	33	33	34	34	34	34	34	34	35	35	35	35
	30-0	(15)	109	98	88	81	76	74	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	78	78	79
	180-150	(165)	0.054	0.065	0.073	0.076	0.076	0.072	0.068	0.063	0.058	0.053	0.049	0.045	0.041	0.038	0.036	0.033	0.031	0.030	0.028	0.027	0.027
	165-135	(150)	0.074	0.084	0.092	0.09	0.093	0.088	0.082	0.076	0.070	0.064	0.059	0.054	0.050	0.047	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035	0.034	0.033
	150-120	(135)	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.094	0.087	0.080	0.073	0.067	0.062	0.058	0.054	0.051	0.048	0.046	0.044	0.043	0.042
	135-105	(120)	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.088	0.081	0.076	0.071	0.067	0.063	0.060	0.058	0.056	0.055	0.054
β Hp(3)	120-90	(105)	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.093	0.088	0.082	0.078	0.075	0.072	0.070	0.068	0.067
γ Hp(10) at	105-75	(90)	0.30	0.29	0.27	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.094	0.090	0.088	0.086	0.085
120cm	90-60	(75)	0.42	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11
	75-45	(60)	0.62	0.56	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.26	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
	60-30	(45)	0.92	0.80	0.68	0.57	0.48	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19
	45-15	(30)	1.4	1.2	0.98	0.80	0.66	0.56	0.49	0.44	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26
	30-0	(15)	2.5	2.1	1.7	1.3	1.1	0.88	0.76	0.67	0.61	0.56	0.52	0.49	0.46	0.44	0.43	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	180-150	(165)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	165-135	(150)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	150-120	(135)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	135-105	(120)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
γ Hp(10)	120-90	(105)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
γ Hp(10) at	105-75	(90)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
120cm	90-60	(75)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	75-45	(60)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	60-30	(45)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	45-15	(30)	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	30-0	(15)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

表８　平均光子エネルギーの経時変化

土壌	地表からの高さ (cm)		3月11日 0	3月12日 1	3月13日 2	3月14日 3	3月15日 4	3月16日 5	3月17日 6	3月18日 7	3月19日 8	3月20日 9	3月21日 10	3月22日 11	3月23日 12	3月24日 13	3月25日 14	3月26日 15	3月27日 16	3月28日 17	3月29日 18	3月30日 19	3月31日 20
北	180-150	(165)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
	165-135	(150)	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
	150-120	(135)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	135-105	(120)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	120-90	(105)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
	105-75	(90)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.44	0.45	0.45
	90-60	(75)	0.47	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
	75-45	(60)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
	60-30	(45)	0.48	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
	45-15	(30)	0.49	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
	30-0	(15)	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.49
南	180-150	(165)	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
	165-135	(150)	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	150-120	(135)	0.40	0.39	0.37	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	135-105	(120)	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31
	120-90	(105)	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	105-75	(90)	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	90-60	(75)	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	75-45	(60)	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	60-30	(45)	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
	45-15	(30)	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
	30-0	(15)	0.44	0.43	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

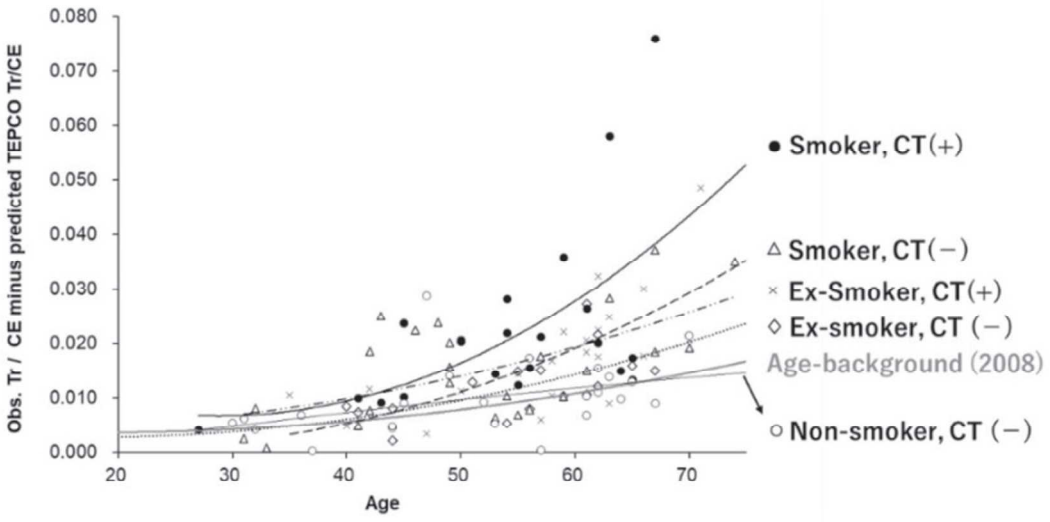


図 13　緊急時作業従者のゲノム当たりの転座頻度換算値と年齢の関係
１、２、４番染色体の転座頻度からゲノム当たりの転座頻度（Tr/CE）に換算して表した。
喫煙習慣：喫煙者（Smoker)、過去に喫煙習慣があった者（Ex-Smoker)、非喫煙者（Non-Smoker）
CT 検査受診歴：経験者［CT（+)］、非経験者［CT（-)］
参考値：年齢ごとのベースライン転座頻度（age-background)[8]

る作業員集団が最も高い染色体転座頻度を示した。

さらに、生物学的線量評価の精度を向上についても検討中である。従来の、年齢に応じたバックグラウンド値を差し引くサブトラクション方式や年齢補正式[8] ではマイナスになるケースが少なくなかった。ISO 20046 では、最も理想的なベースライン値取得方法として、年齢グループを３つ以上に分け（例：１～ 25 歳、26 ～ 50 歳、51 ～ 80 歳)、各群少なくとも５人以上のベースラインを調べることを推奨している。本研究でも、より正確な線量評価を行うために、バックグラウンド値の調査を行うこととした。令和４年度は３名のボランティアの血液を用いて調査を進めた（令和５年度継続)。

D．考察

（１）既存被ばく線量評価値の検証・解析

第一期研究（2014 年度から 2018 年度）から第二期研究（2019 年度～）における今年度までの成果により、既存被ばく線量評価値の基本的な見直しに必要な材料は大体揃えられたものと思われる。内部被ばく線量データについては、緊急作業従事者 19,812 名の内、7,327 名分しかないものの、内部被ばくが特に重要な時期である 2011 年３月及び４月に緊急作業に従事した者は概ね網羅されている。次年度は第二期研究の最終年度になるため、線量データの検証及び作業情報等の収集などを継続しつつ、図 14 に示すような被ばく線量の段階的な見直しを実施する。現時点において、同図中のステップ２までは概ね作業が完了している。ステップ３の内部被ばく線量評価の見直しに関しては、作業情報等を参考にして、現実的と考えられる放射性核種の摂取シナリオを個人毎に決定する必要がある。この見直しでは、C. 結果において述べた ^{131}I 以外の短寿命核種による線量寄与を適切に評価することが重要となる。なお、内部被ばくによる臓器線量に関しては、甲状腺以外の臓器については実効線量よりも１桁程度低く、それらの評価の優先度は低いと考えられる。外部被ばく線量評価の見直しに関しては、照射条件を考慮して、個人線量計指示値を臓器線量等に換算することが考えられる。ただし、使用された個人線量計のほとんどが γ 線にしか感度を持たないと考えられるため（F73 にある実効線量、水晶体線量、及び皮膚線量が全て同じの場合が多い)[2]、特に皮膚線量については β 線

【ステップ0】 既存線量データ(厚労省)の整理	● F72(月次線量)から緊急作業線量を抽出。緊急被ばく線量の分類は，外部被ばく線量(実効線量，眼の水晶体の等価線量，皮膚の等価線量)及び内部被ばく線量(預託実効線量)
【ステップ1】 既存線量データ(厚労省・東電)の整理－内部被ばく線量	● 内部被ばく線量に関するF72(月次線量)と事業者(TEC)データの整理 ● 線量評価方法による分類及びヨウ素とセシウムによる実効線量の切り分け ➢ ヨウ素とセシウムの実効線量の切り分けには，体内残留量測定値，測定日，摂取日等が含まれる事業者(東電)データを用いる。内部被ばくデータを有する者は7,325名 ➢ ヨウ素の甲状腺等価線量の計算は，ヨウ素の預託実効線量×20＋セシウムの預託実効線量＋外部被ばく線量(実効線量)×1.1で暫定的に行うことが可能。
【ステップ2】 内部被ばく線量評価の見直し (ヨウ素未検出者)	● ヨウ素未検出者に対して，ヨウ素及びセシウムの両方検出者から評価された摂取量比を用いて再評価を行う。 ➢ ヨウ素未検出者は，ホールボディカウンタの^{131}I検出限界値またはF1構内で測定された空気中濃度比(^{131}I/^{137}Cs)のいずれかを用いてヨウ素による預託実効線量が推定されているが，過大評価が見込まれるため補正する。
【ステップ3】 内部被ばく線量評価の見直し (作業情報に基づく摂取シナリオの設定)	● 作業情報(作業日，作業場所等)に基づき現実的な摂取シナリオを設定し，不確実性を考慮した内部被ばく線量を推計する。 ➢ 現行の内部被ばく線量評価に使われている摂取シナリオは，作業期間の初日を用いて保守的に設定されているものの，^{131}I以外の短半減期核種(^{132}Te-^{132}I，^{133}I等)の線量寄与が含まれていないため，特に内部被ばく線量が高い者を中心に再評価を試みる。 ➢ 甲状腺，肺，結腸等，疫学研究で着目する臓器吸収線量の評価を行う。
【ステップ3'】 外部被ばく線量評価の見直し	● 作業情報(作業日，作業場所等)に基づき，個人線量計指示値から臓器線量への換算を実施する。 ➢ 換算係数は概ね評価済み。作業日・作業場所に依存する換算係数を個人線量計指示値に乗じる。

図 14　既存の被ばく線量評価値の見直しステップ

の寄与を評価する必要がある。単位放射能当たりのβ線線量率が最も高い核種は ^{132}Te と放射平衡にある ^{132}I であり [17, 18]、これらは事故初期のみに存在することから、事故直後の緊急作業に従事した集団については、内部被ばく線量のみならず、皮膚線量の再評価も重要となる。

（２）電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

地表に沈着した放射性テルル、放射性ヨウ素及び放射性セシウムについて、核種毎に、β線 H_p(0.07)、β線 H_p(３)及び光子 H_p(10)の高さによる変化を計算シミュレーションによって求めた。同じ手順で、ただしフルエンスから線量当量への換算係数のみを入れ替えて計算した高さ１m での光子 H*(10)の値が文献値とほぼ一致していることから（表５参照）、β線 H_p(0.07)等の計算値も妥当な結果であると考えられる。これら計算の結果、β線 H_p(0.07)及びβ線 Hp(３)は地表からの高さによって急激に減少すること、一方、γ線 H_p(10)の高さによる変化は小さいことが分かった。土壌試料中の核種組成 [4] に基づき算出した、高さ 120 cm（個人線量計の着用位置に相当）における光子 H_p(10)に対する様々な高さでのβ線による線量の比（表６参照）を、作業者が着用していた個人線量計の光子 H_p(10)指示値に適用することで、任意の位置（高さ）と日時におけるβ線による線量を推定することができる。例えば、H_p(３)であれば、高さ 150 ～ 180 cm 区間での比は、北側地域の核種組成で 0.14 ～ 0.25、南側で 0.027 ～ 0.077 であった。したがって、個人線量計に記録された光子 H_p(10)が仮に 100 mSv であれば、β線 H_p(３)は被ばくした日時にもよるが最大 25 mSv と算出される。ただし、この計算は、地表面でのβ線の吸収等を無視した結果である。UNSCEAR [19] によれば、フレッシュな放射性降下物の場合、緩衝深度を１mm と仮定することが一般的であると報告されている。この場合、図５に示した計算結果から、実際の地表でのβ線強度は、平滑な表面での強度の 10% 程度にまで下がると予想される。加えて、令和元年度総括・分担研究報告書（211 頁、表３）で既に報告したように、全面マスクの着用によって、マスク内のβ線 H_p(３)はマスク無しでのβ線 H_p(３)の 11 ～ 13% に下がるこ

とが判明している。これらを合わせて考えると、β線による水晶体線量は、γ線被ばくによる線量に比べて十分に小さかったと推定される。

（3）尿中ヨウ素-129分析に関する研究

令和4年度に分析した試料中^{129}I濃度測定は、令和5年6月頃に実施する予定である。この測定結果を解析し、分析法の改善が必要になった場合には、その改善をし、他の尿試料中^{129}Iの分析及び測定を順次実施する予定である。

（4）緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

2018年度採血分に基づくベースライン調査により、染色体転座法によって導かれた生物学的推定線量と物理学的被ばく線量は正の相関を示すことが確認された。これらの結果を取りまとめ、成果を国際雑誌に投稿し、公開した。2018年および2020年採血検体の解析において生物学的線量評価には、供血者の喫煙歴と医療被ばく歴が影響することが示された。そこで、今年度はCTスキャン検査の有無に着目し、日本におけるCTスキャン検査時の被ばく線量参考値を用いて医療被ばく線量を算出し、生物学的被ばく線量との比較を行った。医療被ばく歴を有する作業員では染色体転座頻度が増加することが確認され、医療被ばくであるCTスキャン検査歴は生物学的推定線量に大きく影響した。CTスキャン検査歴に関しては、検査部位と回数のみの情報しか得られていない。CTスキャン検査による被ばく線量は、対象臓器、検査法および使用機器によって異なるため医療被ばくによる正確な被ばく線量を算出することは困難であるが、CTスキャン検査による医療被ばく線量の取扱いについて物理学的線量評価の専門家と協議する必要がある。

今年度の総合的な解析の結果、喫煙歴および医療被ばく歴を有する集団が最も染色体頻度が高かった。また、今回、喫煙を中断（禁煙）した作業員においても非喫煙者よりも染色体転座頻度が増加したことは注目すべき知見である。国際的自然転座発生頻度調査では、喫煙者では、非喫煙者に比べて染色体転座の自然発生頻度が1.19倍高いことが報告されている[8]。Sigurdsonらの報告では、喫煙本数による補正係数は明らかとなっていないため、本調査で喫煙本数や副流煙の影響についてさらに解析を進める必要がある。

安定型染色体転座の生物学的半減期が長いことから遡及的線量評価に用いられる手法であるが、その発生要因には自然放射線被ばく、医療被ばくおよび喫煙などの様々な要素が含まれている。今回、医療被ばくおよび喫煙習慣に着目して解析を行ったが、加齢による自然染色体転座頻度の影響は少なくない。そのため、血液提供者の年齢を考慮した生物学的線量評価の精度向上が必要になる。

E．結論

（1）既存被ばく線量評価値の検証・解析

安衛研から提供された緊急作業従事者の線量関連データを格納した機能的なデータベースを構築するとともに、内部被ばく線量に関しては、体内放射能の測定結果に基づく検証計算、主要臓器線量の算出、^{131}I以外の短寿命核種による補正方法の導出等を行った。第一期研究（2014年度から2018年度）を含むこれまでの研究成果により、緊急作業従事者の被ばく線量の見直しに必要な材料は概ね揃えられた。

（2）電子式個人線量計の指示値に基づく実効線量・臓器線量の評価

計算シミュレーションによって、平滑な地表に沈着した放射性テルル、放射性ヨウ素及び放射性セシウムについて、核種毎にβ線H_p(0.07)、β線H_p(3)及び光子H_p(10)を計算し、さらに放射性降下物の核種組成に基づき、光子H_p(10)に対するβ線H_p(0.07)及びβ線H_p(3)の比を、地表からの高さと震災発生日からの経過日数の関数として算出した。本計算結果を利用することで個人線量計に記録された光子H_p(10)指示値からβ線による被ばく線量を推定することができる。水晶体の等価線量に相当するH_p(3)の場合、β線H_p(3)／光子H_p(10)比の最

大は 0.25 と算出された。ただし、実際の地表の凹凸や放射性降下物の地中へのわずかな浸透を考慮に入れると、その比は約 1 /10 倍、加えて全面マスクによる眼の防護を考慮すれば、比はさらにその約 1 /10 倍まで小さくなると考えられる。したがって、地表に沈着した β 線放出核種による水晶体線量は、γ 線被ばくによる線量に比べて十分に小さかったと推定される。

（3）緊急作業従事者の染色体分析に基づく遡及的線量評価に関する研究

生物学的推定線量には喫煙歴、医療被ばく歴、加齢が影響することが確認された。特に、喫煙および医療被ばく歴を有する作業員において染色体転座頻度が高かった。また、自然放射線の積算線量が加齢による染色体転座頻度増加の要因であると考えられた。年齢補正の精度を上げるため、より多くのボランティア供血者を得て年齢補正を目指す。これらの結果とより正確な検量線をもとに、本格調査用採血検体を慎重に解析していく。

文献

[1] 厚生労働省労災疾病臨床研究事業補助金　放射線業務従事者の健康管理に関する疫学研究　令和 2 年度　総括・分担研究報告書（研究代表者　大久保利晃）線量評価分科会報告 .

[2] N. Tsujimura, T. Yoshida, K. Hoshi, and T. Momose, Performance of Panasonic ZP–1460 Electronic Personal Dosemeter under Exposure Conditions Likely to be Found at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, JPS Conf. Proc. 11、070008、(2016).

[3] ICRP, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. ICRP Publication 107. Ann. ICRP 38 (3), (2008).

[4] 東京電力株式会社、2011 年 4 月 6 日プレスリリース「土壌ガンマ線核種分析結果 」. https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110406v.pdf（2023 年 2 月 14 日確認）

[5] ICRP, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3-4), (1996).

[6] B. Grosswendt, The angular dependence and irradiation geometry factor for the dose equivalent for photons in slab phantoms of tissue-equivalent material and PMMA、Radiat Prot Dosm 34(2), 221-235 (1991).

[7] International Organization for Standardization. 20046:2019. Radiological protection - Performance criteria for laboratories using Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) translocation assay for assessment of exposure to ionizing radiation. Geneva: ISO.

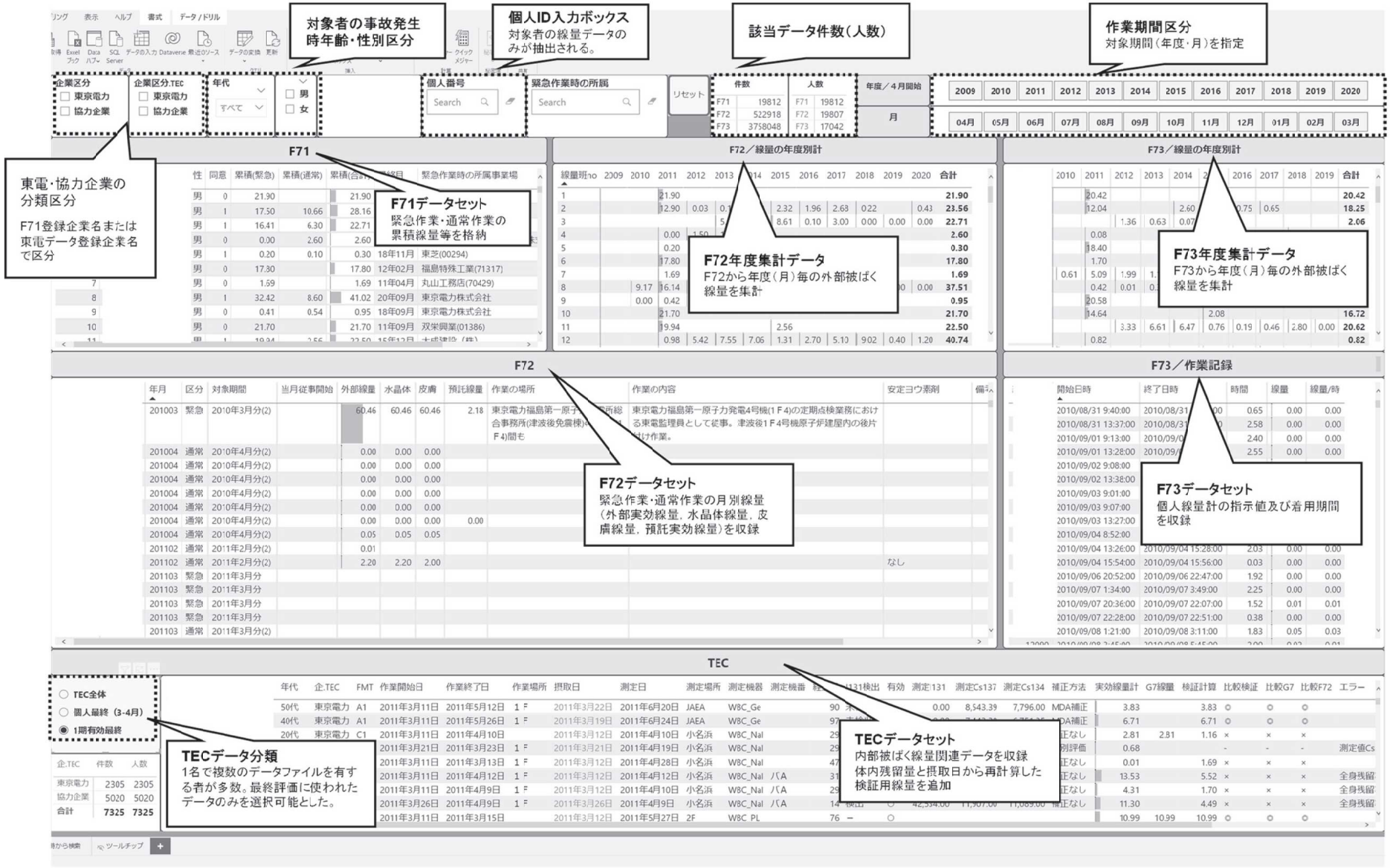
[8] Sigurdson AJ, Ha M, Hauptmann M, Bhatti P、Sram RJ, Beskid O et al. International study of factors affecting human chromosome translocations. Mutat Res. 652(2):112-121 (2008).

[9] Abe Y, Yoshida MA, Fujioka K, Kurosu Y, Ujiie R, Yanagi A, Tsuyama N, Miura T, Inaba T, Kamiya K, Sakai A. Dose-response curves for analyzing of dicentric chromosomes and chromosome translocations following doses of 1000 mGy or less, based on irradiated peripheral blood samples from five healthy individuals. J Radiat Res. 59(1):35-42 (2018).

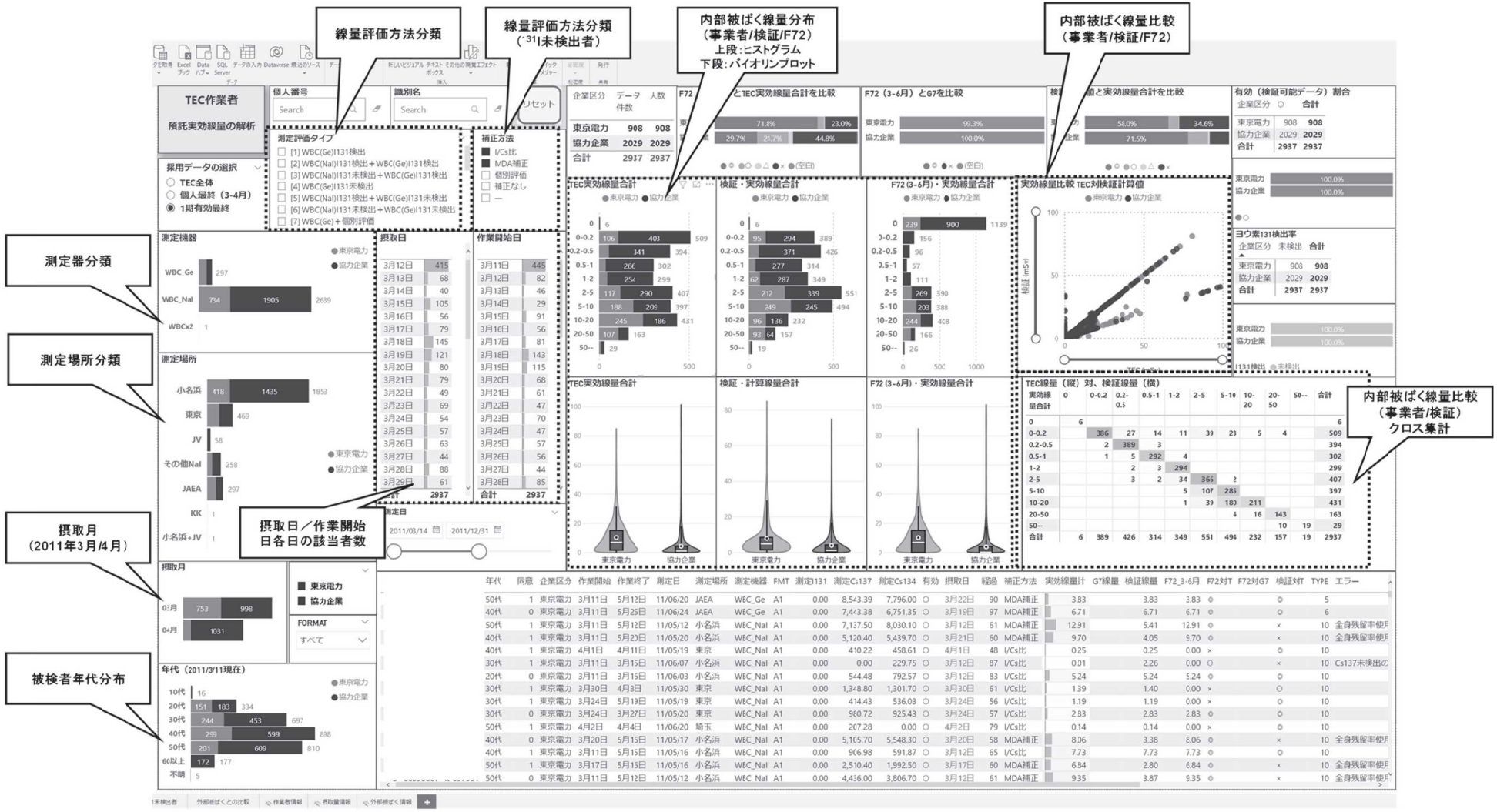
[10] Goh VST, Fujishima Y, Abe Y, Sakai A, Yoshida MA, Ariyoshi K, Kasai K, Wilkins RC, Blakely WF, Miura T. Construction of fluorescence in situ hybridization (FISH) translocation dose-response calibration curve with multiple donor data sets using R, based on ISO 20046:2019 recommendations. Int J Radiat Biol.

95(12):1668-1684 (2019).
[11] Abe K, Hosono M, Igarashi T, Iimori T, Ishiguro M, Ito T, Nagahata T, Tsushima H, Watanabe H. The 2020 national diagnostic reference levels for nuclear medicine in Japan. Ann Nucl Med. 34(11):799-806 (2020).
[12] 厚生労働省労災疾病臨床研究事業補助金 放射線業務従事者の健康管理に関する疫学研究　令和３年度　総括・分担研究報告書（研究代表者　大久保利晃）線量評価分科会報告 .
[13] ICRP. ICRP Database of dose coefficients: workers and members of the public. Version 3.0.
[14] UNSCEAR. UNSCEAR 2020/2021 Report Volume II. Scientific ANNEXE B. Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report.
[15] 西原健司、岩本大樹、須山賢也 . 福島第一原子力発電所の燃料組成評価 . JAEA-Data/Code 2012-018 (2012).
[16] K. Saito and N. Petoussi-Henss, Ambient dose equivalent conversion coefficients for radionuclides exponentially distributed in the ground. J Nucl Sci Technol 51(10), 1274–1287 (2014).
[17] Tsujimura N., Yoshida T., and Furuta S., Measurements and calculations of beta dose rates in contaminated ground at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant site. Proc. of IRPA 13 (2012).
[18] 辻村憲雄 . 原子炉事故における β 線被ばく . Isotope News. 715, 30-33 (2013).
[19] UNSCEAR. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, “Exposures from the Chernobyl Accident,” Appendix D, in Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 1988 Report to the General Assembly, with Annexes, Volume II, United Nations, (1988).

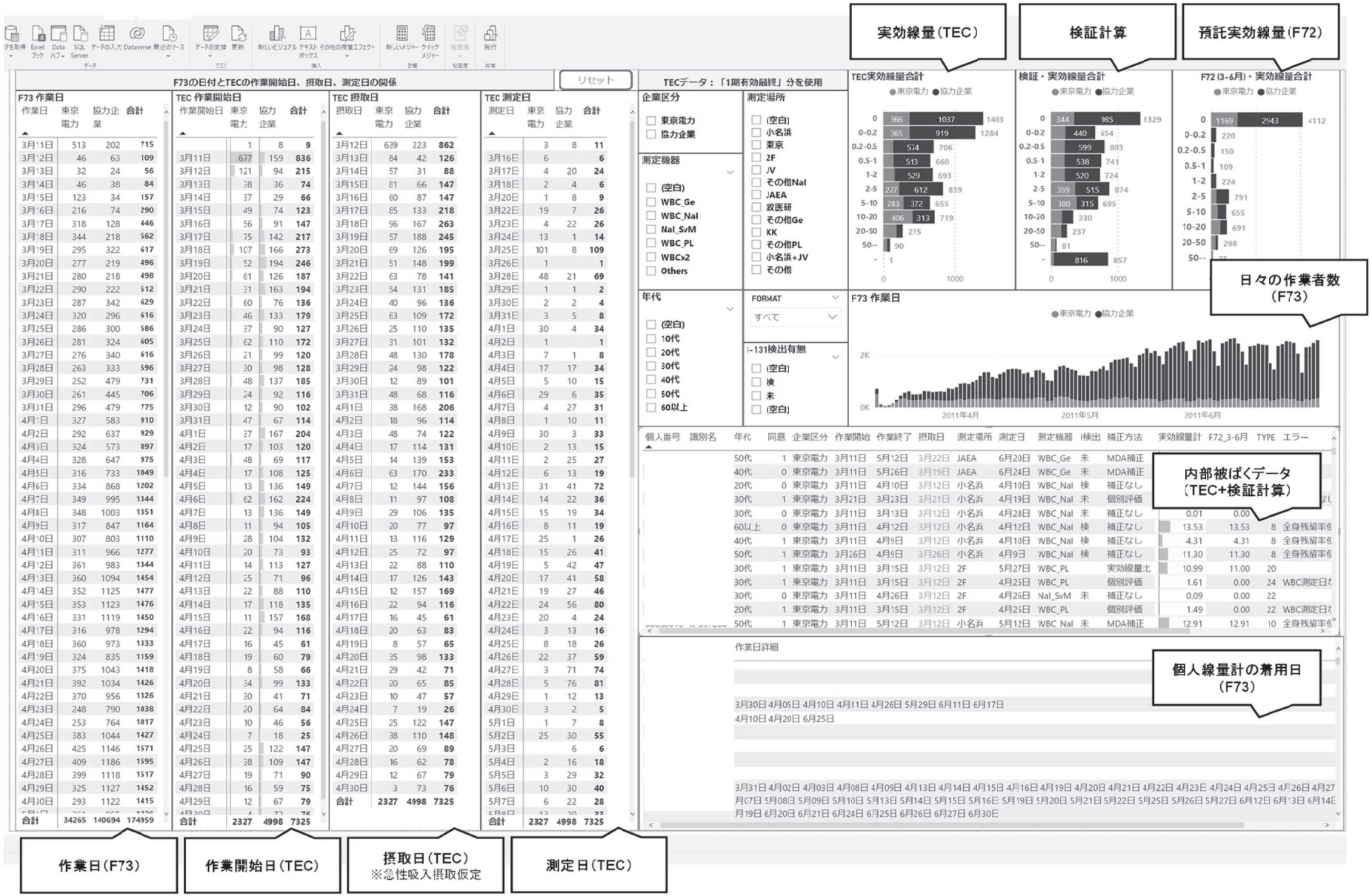
別図１　統合データベース（１）



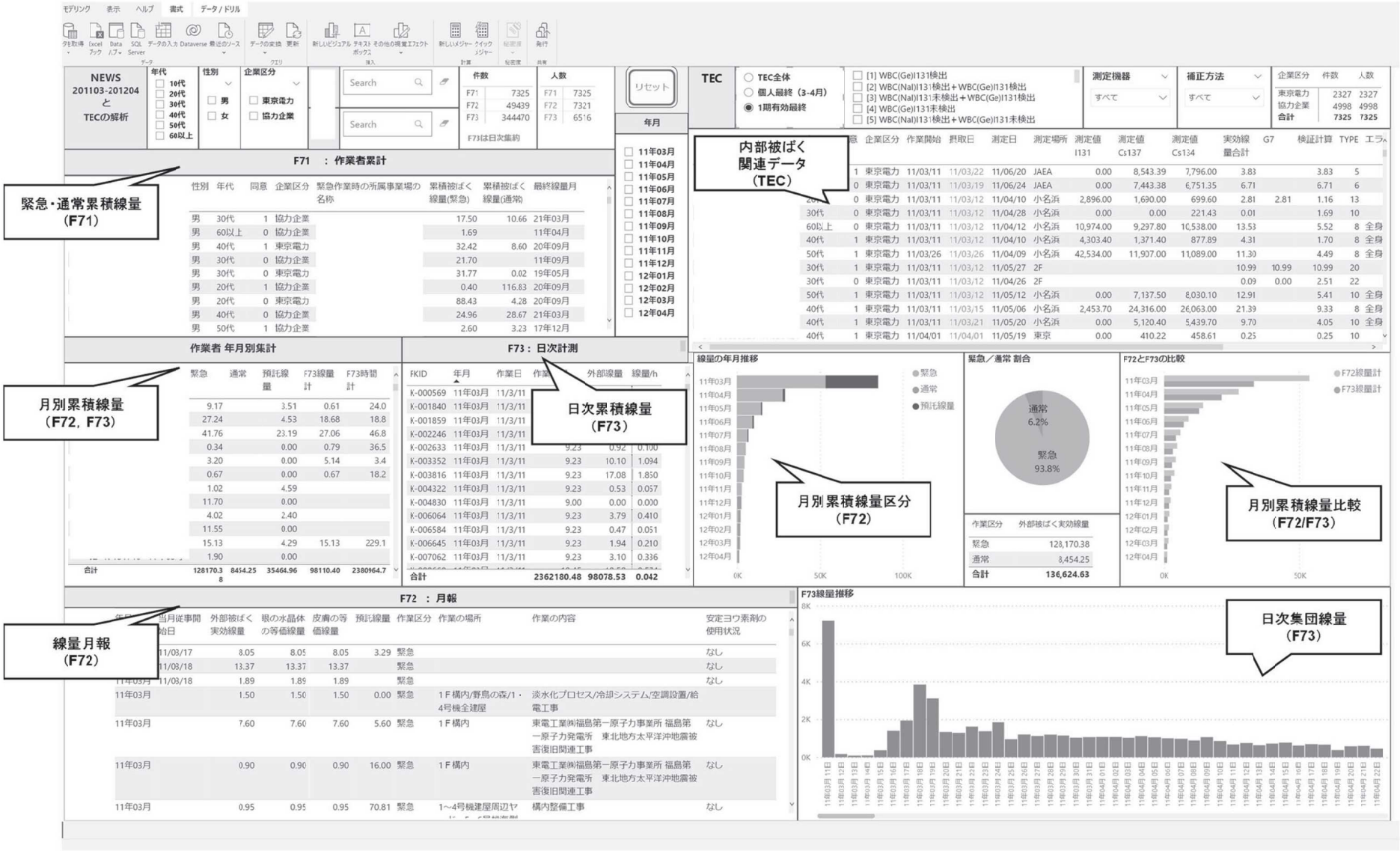
別図２　統合データベース（２）



別図３　統合データベース（３）



別図４　統合データベース（４）



F．健康危険情報

該当無し

G．研究発表

論文発表

1. Abe Y, Takashima Y, Akiyama M, Tsuyama N, Takebayashi K, Nakayama R, Goh VST, Sugai-Takahashi M, Alkebsi L, Ishii K, Kudo K, Sakai A, Kurihara O, Miura T, Suto Y, Akashi M. A preliminary report on retrospective dose assessment by FISH translocation assay in FDNPP Nuclear Emergency Worker Study (NEWS). Radiat Prot Dosm (2023, in press).

口頭発表

1. 辻村憲雄、東電福島第一原子力発電所事故後の緊急作業時に作業者が空気中放射性ヨウ素からのβ線によって受けた水晶体線量の推定、PS2-39、日本放射線影響学会第65回大会、令和4年9月15～17（大阪）

H．的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし

I．その他

なし

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究
臨床調査に関連した健康データベース活用についての研究分科会

研究代表者　大久保利晃　労働安全衛生総合研究所　労働者放射線障害防止研究センター長
研究分担者　大神　　明　産業医科大学産業生態科学研究所作業関連疾患予防学　教授
研究協力者　安藤　　肇　産業医科大学産業生態科学研究所作業関連疾患予防学　助教

研究要旨

本疫学研究にて集約される健康上データは、研究対象者への保健指導などを通じた緊急作業従事者の健康の維持増進に貢献することが期待される。しかしながら本調査の対象者となった健診受診希望の意思表示をした健診参加者へは、その結果に対しての保健指導の方法及び結果説明についてのプロトコールは未整備である。本分担研究班では、集約された作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用にいかに繋げるかに関する研究を実施する。そのため、集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行うことと、受診を希望する健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示システムおよびアプリツールの制作を行うことを計画した。

研究 4 年目は、昨年度に引き続き⑴リスクマトリックスによる DB の縦断的検討と、⑵健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。「健診データから見た評価」については、本研究における「リスクマトリックス」による評価を新しい知見として採用した。

英文研究要旨

The health data collected in this epidemiological study is expected to contribute to the maintenance and promotion of the health of emergency workers by providing health guidance to the study subjects. However, protocols have not yet been established for providing health guidance and explaining the results to participants who expressed a desire to receive health checkups, who were the subjects of this study. The group planned to conduct research on methods of providing health guidance to examinees and formulating a standard format for disclosing results from the database of health checkup results, and to create an effective result disclosure system and application tool by collecting examination result forms from organizations that conduct health checkups for those who wish to undergo health checkups.

In the fourth year of the study, as in the previous year, (1) longitudinal examination of DBs using a risk matrix and

(2) Planning of the data linkage test for the medical checkup application. The "evaluation from the viewpoint of health checkup data" adopted the "risk matrix" evaluation.

A．研究目的

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災後の東京電力福島第一原子力発電所（以下「東電福島第一原発」という。）の事故対応にあたり国は、緊急作業に従事する労働者の線量限度を一時的に 100mSv から 250mSv に引き上げる「平成二十三年東北地方太平洋沖地震に起因して生じた事態に対応するための電離放射線障害防止規則の特例に関する省令（以下「特例省令」という。）」を公布したが、特例省令が廃止された同年 12 月 16 日までに東電福島第一原発での緊急作業に従事した労働者（以下「緊急作業従事者」という。）は約 2 万人である。本研究は緊急作業従事者を対象とし、1）生涯にわたり詳細な健康診断（以下「多項目健診」という。4 ～ 5 年に 1 回実施）を実施して長期的かつ総合的に健康状態を継続調査すること、2）緊急作業の実態を個人別に詳細に把握することでより正確な被ばく線量の推定を行い、比較的低線量の反復した放射線被ばくの健康影響を調査すること、3）がん検診を含む多項目健診を定期的、継続的に実施して緊急作業従事者の健康管理に役立てること、を目的として開始した。

この大規模な多項目健康調査は、令和元年度も平成 30 年度までと同様に全国 77 ヵ所の研究協力機関にて健康診断（健診）を実施された。しかしながら、本調査の対象者となった健診受診希望の意思表示をした健診参加者へは、その結果に対しての保健指導の方法及び結果説明についてのプロトコールは未整備であった。また、本研究における受診可能医療機関の地理的分布の問題と健診頻度を毎年実施に改善する目的で、令和元年の第二期調査より、「基本健診」の実施が加わることになった。基本健診は「多項目健診」を実施しない年に毎年実施され、健診項目は安衛側第 44 条と電離則 50 条に基づく検査項目である。本分担研究班においても、多項目健診のデータセットに加え基本健診のデータセットも含めて取り扱うこととなった。

本分担研究班では、集約された作業従事者の健康管理データベースを効果的にフィードバックし、継続的な有効活用にいかに繋げるかに関する研究を実施する。そのため、集積された健診結果のデータベースから、受診者に対する保健指導の方法及び結果開示の標準フォーマットの策定に関する調査研究を行うことと、受診を希望する健診実施機関の検査結果票を集積し、効果的な結果開示票の制作を行うことを計画している。本研究班では、健診結果などの経年個人健康記録による健康評価の仕組みを策定し、健診項目の中で、単項目を用いて（健康度を）判断するのか、複合項目によって判断するのか等の分析についての考察も重要であると考える。当然、この健康度指標については妥当性の検証が必要で、そのためにも健診データを試用した解析研究を実施する。

研究 4 年目の本年度は、

⑴　リスクマトリックスによる DB の縦断的検討

オンラインコミュニティに登録している 2019 年度基本健診 885 名、2020 年度基本健診 1564 名のデータのリスク評価を参照し、2021 年度基本健診 1117 名のデータについてリスク評価し，比較検討を行った。

⑵　健診アプリのデータ連携テスト計画立案

昨年までに作成した健診アプリのパイロット版について、実際にデータを使用した連携テストの計画立案を行った。

以上の各項目を行った。

B．研究方法

⑴　リスクマトリックスによる DB の縦断的検討

昨年までに作成したリスクマトリックスでは、健診項目を系統別に 10 種類の群（肥満／るいそう、血圧、肝機能、耐糖能、脂質、腎機能、炎症、貧血または多血症、心電図、胸部 X 線）に分け、各群中の健診項目に対して、検査値の度数分布を元に基準値を設定した。また、リスク項目の中で、基準値に応じて「低リスク群」「中リスク群」（表 1）「高リスク群」（表 2）の 3 群に分類し、10 種類のリスク項目の中で設定基準値に準じてリスクレベルを判定した。

今年度は健診アプリに実装するデータコンテ

ンツ作成を目的に、2019 年と 2020 年のリスク評価結果に加えて、2021 年に実施された放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究の基本健診受診者の匿名化健診データを用い、リスク評価を行い、比較検討を試みた。

⑵　健診アプリのデータ連携テスト計画立案

昨年度制作した健診アプリについて、実際にデータを用いて連携テストを立案計画した。テストでは下記 6 種のデータが必要と思われた。

・受診者属性データ
・年度健診対象者データ
・多項目健診結果データ
・基本健診結果データ
・質問票データ（縦断、ベースライン）
・問診病歴データ

図 1 にこれらのデータのデータフォーマットの抜粋を示した。

C．研究結果

⑴　リスクマトリックスによる DB の縦断的検討

1）2019 年度基本健診、2020 年度基本健診のデータのリスク基準による評価

2019 年度基本健診、2020 年度基本健診のデータの数は、それぞれ 885 名、1564 名であった。2021 年度基本健診のデータの数は 1117 名であった。各年度のリスク評価結果を表 3 1）～ 3）に示す。基本健診は HbA1c と総コレステロールの 2 項目を含まないため、今回のリスク評価項目からは除外している。これらの 3 つのデータセットでのリスク分布は、低リスク 84 ～ 85%、中リスク 12%、高リスク 3 ～ 4%とほぼ相似な分布であった。

最終的な評価は、10 のリスク項目のうち中リスク・高リスクに全く該当しないものを低リスク群、中リスクが 1 つ以上あり高リスクがないものを中リスク群、高リスクが 1 つ以上あったものを高リスク群として最終評価（総合リスク評価）とした。結果を表 4-1）～ 3）に示す。また、リスク項目の最大該当数については、中リスクが 6 項目、高リスクが 5 項目重複する方が見られた。図 2 に各年度の最終評価（総合リスク評価）の割合を示す。

⑵　健診アプリのデータ連携テスト計画立案

開発した個人健康記録閲覧システムの試用にあたっては、その参加対象として、今後の研究活動への協力を積極的に表明した研究参加者に依頼するのが最適かと思われた。ハガキや e-mail で参加申し込みを募ったところ、約 900 名から協力表明が得られており、それらの方々への設営文書として、参考資料 1 のような文書を用意した。

調査研究の手順はまず、本調査研究に関しての契約・手続き等を行う。次に、同意者の方の⑵に提示した情報について連携テスト用データを準備し、そのあと携帯電話に、この研究班で開発した個人健康記録閲覧システムアプリをインストールしていただき、データ連携テストと通信・回線テストを行う。以後運用テストを開始し、検収、本稼働という流れを想定した。また、試用前後でアプリに対するアンケート調査も実施する予定とした。

本年度は試用研究の説明と同意を取るところまでには至らず、計画立案のみとした。

D．考察

⑴　リスクマトリックスによる DB の縦断的検討

昨年度報告書の中で設定したリスク基準を用いて 2021 年度も基本健診データを評価したところ、2019 年、2020 年の基準とほぼ同様なリスク構成となり、サンプル数が異なる各年間のデータ上でも、リスク群の構成割合に変化は見られなかった。

このリスク基準は当該受診年度のリスクを横断的に評価するとともに、今後経年のデータおよびそれに伴うリスク評価の蓄積を重ねることによって、経年的あるいは縦断的な健康リスクの評価が可能になっていくと思われる。

しかしながら、3 回の基本健診を全て受診している参加者は少なく、データの縦断的評価よりも各受診年度の横断的評価が主体となっており、継続的な健診参加をいかに促進するかについては今後の課題と思われる。

ここ数年の間に、健診データからの健康リスク予想技術をサービス事業として展開する企業が増加している。

例を挙げると、NTT ドコモでは、解釈可能な健康リスク予測の手法として、生活習慣に関する問診結果を入力すると、N 年後に高血圧・メタボリックシンドロームになるリスクとリスクに寄与している健康診断項目を出力するモデルを考案している。（https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol28_2/vol28_2_006jp.pdf）

株式会社レグラルの登録商標である「マイリスク」では、30 を超える健康診断項目から、入院リスク、死亡リスク、生活習慣病のかかりやすさ、健康余命、リスク年齢健康レベルなどの健康リスクを算出することをセールスポイントにしている。（https://legral.co.jp/myrisk.html）

また、株式会社 SCC の「すこやか未来ナビ」では、健診結果から今後 5 年間の生活習慣病（糖尿病、虚血性心疾患、脳卒中）の発症リスクを予測するクラウド型サービスを謳っており、その発症リスクの予測算出は、対象年齢 30 ～ 74 歳までの連続した 5 年間の健康診断結果と、診療報酬明細（レセプトデータ）を元に生成されている。

さらに、株式会社 JMDC は、健康診断結果から健康年齢及び三大疾病入院リスクを確認できるサービスである「撮るだけ健康チェック」を開発提供しているが、「三大疾病入院リスク」モデルは、JMDC の医療ビッグデータを活用し、将来 3 年間にわたる三大疾病での入院リスクを同世代、同性と比較してどれくらいであるかを算出している。（https://www.msa-life.co.jp/lineup/torudake/）

同様な生活習慣病発症リスク予測ツールは東芝デジタルソリューションズ株式会社もサービス提供を開始している。（https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/ai-iot/risk-predict-ai.html）

これらのリスク予想技術は、規模の大小はあるが、大量のレセプトデータから予測 AI を作成し、個人の健診データ入力後の一定期間内の生活習慣病発症リスクを予測するアルゴリズムを組んでいる方式が類似している。

本研究は、緊急作業従事者の放射線被ばくの健康影響を生涯にわたり観察する研究であるので、その健康転帰、あるいは疾病発生の解釈には、研究参加者の継続的な参加と、縦断的な健康状態の評価が必要である。故に生活習慣病を始めとする疾病の発症予測に繋がるべく、横断的な健康リスク評価モデルの開発が重要となる。一方で、本研究は、単なる疾患発症予測を確率として算出する事を目的とした研究ではなく、基本健診と多項目健診によって得られた個人健康情報の蓄積（データベース）により、多項目の健診項目の意義や妥当性の検証、あるいは新たな健康指標項目の開発なども視野に入れている。新たに健康管理サービスとして紹介されるサービスベンダーの動向と健康リスク算出理論を参照しながら、本研究におけるリスク解析を今後行う必要がある。

⑵健診アプリのデータ連携テスト計画立案

今年度はバイオコミュニケーションズ社に委託し、仕様書に沿った各画面は制作完了したアプリについて、操作性やセキュリティなど、このソフトの評価検証を予定した。しかしながら評価検証にあたっては、目的を達成するための段取りとして、まずは、健診データに基づきこのアプリを用いてどんな解析結果が提供されるのか、ということを明確にする必要があった。これについては、健康診断で調査した各項目について、横断的かつ縦断的な健康評価を健康リスクの大きさとして受けることができる，ということを主眼に置いて計画を策定した．また今後はどういった情報を取得していくのかという点については、多項目健診や基本健診の項目及び問診票などの情報提供をしていただくことで、参加者にとって継続的な情報提供のツールとなることを目指すこととした。このような説明をした上で完全な理解に基づく「参加同意」をもらう必要があるため、その手続きに時間を要し、継続的調査研究項目となった。

E．結論

研究 4 年目の本年度は、⑴リスクマトリックスによる DB の縦断的検討　⑵健診アプリのデータ連携テスト計画立案を行った。

⑴については、基本健診及び多項目健診の検査項目のうち、評価項目を 10 種類のカテゴリー（①肥満／るいそう、②血圧、③肝機能、④耐糖能、⑤脂質、⑥腎機能、⑦炎症、⑧貧血または多血症、⑨心電図所見、⑩胸部Ｘ線所見）に分類した。それぞれのカテゴリーについて 2019 年と 2020 年および 2021 年の基本健診データのリスクレベル（高リスク、中リスク低リスクの 3 カテゴリー）を評価した。

多項目健診データの利用にはまだ検討の余地はあると思われるが、基本健診データの経時変化を捉えることによってより詳細な健康リスク評価が可能になることが示唆された。

F．研究発表

1．論文発表

なし

2．学会発表

なし

G．知的財産権の出願・登録状況

なし

表1　中リスク群のリスクマトリックス

MODERATE RISK FACTOR EXTRACTION

	抽出項目(Risk Factor)		cut off値	
1	肥満/るいそう	ＢＭＩ	17.5-18.5,　26.0-30.0	いずれかに該当
2	血圧	BP-s	140-150	いずれかに該当
		BP-d	90-100	
3	肝機能	AST(GOT)	40-100	いずれかに該当
		ALT(GPT)	40-100	
		g-GT(g-GTP)	50-100	
4	耐糖能	FBS(食後3.5hr以上)	110-200	いずれかに該当
		HbA1c	6.5-8.0	
		US	＋/―	
5	脂質	T-cho	250-300	いずれかに該当
		HDL	35-40	
		LDL	130-200	
		TG	150-400	
6	腎機能	尿蛋白	1＋	
7	炎症	WBC	10000-13000,　2000-3000	いずれかに該当
8	貧血または多血症	Ｈｂ	9.0-12.0,　17.0-18.0	いずれかに該当
9	心電図		要精査	
10	胸部Ｘ線		要精査	

表2　高リスク群のリスクマトリックス

HIGH RISK FACTOR EXTRACTION

	抽出項目(Risk Factor)		cut off値	
1	肥満/るいそう	ＢＭＩ	<17.5,　>30.0	いずれかに該当
2	血圧	BP-s	>150	いずれかに該当
		BP-d	>100	
3	肝機能	GOT	>100	いずれかに該当
		GPT	>100	
		g-GTP	>100	
4	耐糖能	BS	>200	いずれかに該当
		HbA1c	>8.0	
		US	1+以上	
5	脂質	T-cho	>300	いずれかに該当
		HDL	<35	
		LDL	>200	
		TG	>400	
6	腎機能	尿蛋白	2＋以上	
7	炎症	WBC	>13000,　<2000	いずれかに該当
8	貧血または多血症	Ｈｂ	<9.0,　>18.0	いずれかに該当
9	心電図		要受診以上	
10	胸部Ｘ線		要受診以上	

表３　表１・表２のクライテリアによる健診データにおけるリスク評価（数字：人数および％）

１）2019 年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	ＢＭＩ	885	609	69%	215	24%	61	6.9%
2	血圧	収縮期血圧	885	708	80%	90	10%	87	10%
		拡張期血圧	885	721	81%	123	14%	41	4.6%
3	肝機能	AST/GOT	885	811	92%	70	8%	4	0.5%
		ALT/GPT	885	744	84%	127	14%	207	23%
		g-GT/g-GTP	885	600	68%	207	23%	78	8.8%
4	耐糖能	空腹時血糖	885	721	81%	153	17%	11	1.2%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	884	842	95%	7	1%	35	4.0%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	885	836	94%	40	5%	9	1.0%
		LDLコレステロール	885	535	60%	341	39%	9	1.0%
		中性脂肪	885	640	72%	224	25%	21	2.4%
6	腎機能	尿蛋白	884	851	96%	26	3%	7	0.8%
7	炎症	白血球数	885	865	98%	19	2%	1	0.1%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	885	845	95%	32	4%	8	0.9%
9	心電図		878	825	94%	31	4%	22	2.5%
10	胸部Ｘ線		880	842	96%	36	4%	2	0.2%
		平均			85%		12%		4.3%

※基本健診のため HbA1c と総コレステロールは測定項目外

2）2020 年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	ＢＭＩ	1564	1097	70%	368	24%	99	6.3%
2	血圧	収縮期血圧	1564	1222	78%	185	12%	157	10.0%
		拡張期血圧	1564	1228	79%	258	16%	78	5.0%
3	肝機能	AST/GOT	1564	1455	93%	104	7%	5	0.3%
		ALT/GPT	1564	1322	85%	228	15%	14	0.9%
		g-GT/g-GTP	1564	1072	69%	337	22%	155	9.9%
4	耐糖能	空腹時血糖	1564	1278	82%	274	18%	12	0.8%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	1562	1462	94%	14	1%	86	5.5%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	1564	1482	95%	60	4%	22	1.4%
		LDLコレステロール	1564	912	58%	635	41%	17	1.1%
		中性脂肪	1564	1128	72%	396	25%	40	2.6%
6	腎機能	尿蛋白	1562	1508	97%	34	2%	20	1.3%
7	炎症	白血球数	1564	1527	98%	35	2%	2	0.1%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	1564	1471	94%	83	5%	10	0.6%
9	心電図		1560	1441	92%	61	4%	58	3.7%
10	胸部Ｘ線		1562	1505	96%	44	3%	13	0.8%
		平均			84%		12%		3.2%

※基本健診のため HbA1c と総コレステロールは測定項目外

3）2021 年基本健診

抽出項目(Risk Factor)			データ数	低リスク		中リスク		高リスク	
				該当数	割合	該当数	割合	該当数	割合
1	肥満/るいそう	ＢＭＩ	1117	761	68%	277	25%	79	7.1%
2	血圧	収縮期血圧	1117	943	84%	103	9%	63	5.6%
		拡張期血圧	1117	972	87%	117	10%	28	2.5%
3	肝機能	AST/GOT	1117	1045	94%	70	6%	2	0.2%
		ALT/GPT	1117	972	87%	134	12%	11	1.0%
		g-GT/g-GTP	1117	774	69%	237	21%	106	9.5%
4	耐糖能	空腹時血糖	1117	878	79%	229	21%	10	0.9%
		HbA1c	—	—	—	—	—	—	—
		尿糖	1115	1022	92%	83	7%	10	0.9%
5	脂質	総コレステロール	—	—	—	—	—	—	—
		HDLコレステロール	1117	1051	94%	51	5%	15	1.3%
		LDLコレステロール	1117	700	63%	409	37%	8	0.7%
		中性脂肪	1117	774	69%	237	21%	106	9.5%
6	腎機能	尿蛋白	1115	1084	97%	18	2%	13	1.2%
7	炎症	白血球数	1117	1094	98%	21	2%	2	0.2%
8	貧血または多血症	ヘモグロビン	1117	1080	97%	32	3%	5	0.4%
9	心電図		1117	1042	93%	38	3%	37	3.3%
10	胸部Ｘ線		1113	1057	95%	43	4%	13	1.2%
		平均			85%		12%		3%

※基本健診のため HbA1c と総コレステロールは測定項目外

表４　最終評価（総合リスク評価）：中リスク項目該当数と高リスク項目該当数

１）2019 年基本健診

2019基本健診 N=884		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高リスク項目該当数	0	128	218	154	61	35	3	4
	1	36	71	60	32	12	1	
	2	7	15	14	11	3	1	
	3	4	6	1	2	1		
	4		2					
	5	1	1					

2）2020 年基本健診

2020基本健診 N=1564		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高リスク項目該当数	0	235	357	278	109	57	8	1
	1	58	120	98	60	23	6	1
	2	18	40	36	23		1	
	3	5	6	8	5	2		
	4	1	2	3	1			
	5	1	1					

3）2021 年基本健診

2021基本健診 N=1117		中リスク項目該当数						
		0	1	2	3	4	5	6
高リスク項目該当数	0	182	288	167	85	37	6	0
	1	44	90	76	36	10	4	0
	2	8	29	25	9	4		
	3	2	2	6	2			
	4	3	2					
	5							

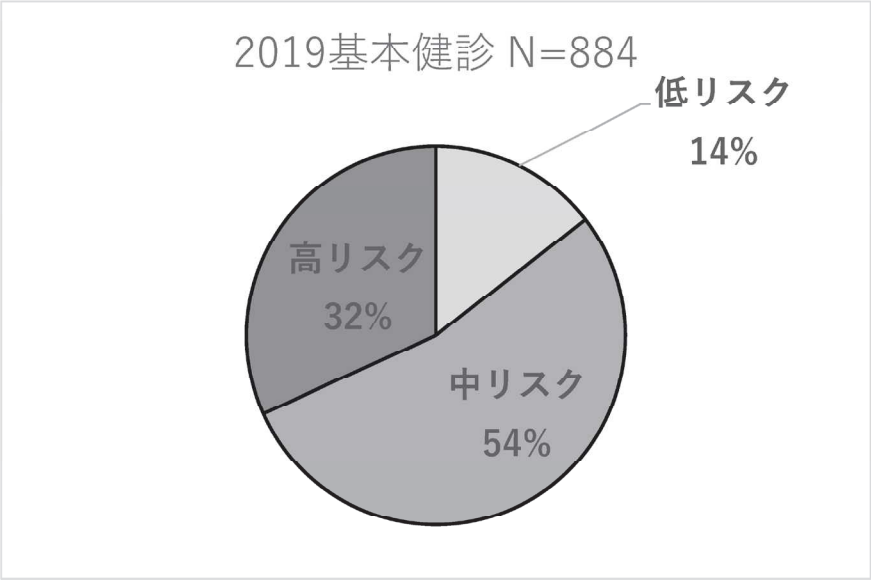
図１　個人健康記録閲覧システムのデータフォーマット（抜粋）

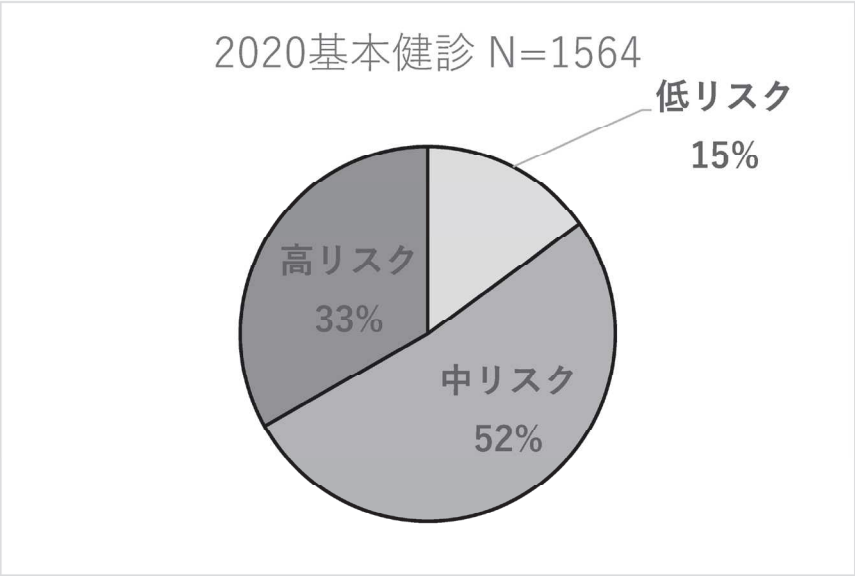
１．年度対象者データフォーマット
■データ仕様
〇データセット概要
登録年度の健診種別（サイクル）のデータ
〇データ抽出条件
オンラインコミュニティメンバーリストの対象者（944名）について、データを抽出。
〇データ形式
Excelファイル
〇データフォーマット

No	項目名	備考
1	ＩＤ	対象者を一意に識別するためのID
2	対象年度	YYYY
3	健診サイクル	B、L1～、K

１．多項目健診データ更新フォーマット
■データ仕様
〇データセット概要
多項目健診の検査データを、データ抽出条件に従い抽出する。
〇データ抽出条件
オンラインコミュニティメンバーリストの対象者（944名）について、受診結果データを抽出。
〇デ―タ形式
Excelファイル

No	項目	型	概要	半角変換し、下記の指定単位と一致しない場合はエラーを出す（設定がないまたはデータ上の値がNullであればチェック対象外）
1	ID	テキスト	対象者を一意に識別するためのID	
2	健診サイクル	テキスト	B または L1～	
3	受診日	日付（yyyy/m/d）		
4	健診機関名	テキスト		
5	身長	数値	身長	
6	身長（単位）	テキスト	身長の単位	″cm″
7	体重	数値	体重	
8	体重（単位）	テキスト	体重の単位	″kg″ or ″Kg″
9	BMI	数値	「体重 ÷（（身長 ÷ 100）×（身長 ÷ 100））」で算出	
10	BMI（単位）	テキスト	BMIの単位	
11	収縮期血圧1回目	数値	収縮期血圧1回目	
12	収縮期血圧1回目（単位）	テキスト	収縮期血圧1回目の単位	″mmHg″ or ″㎜Hg″
13	拡張期血圧1回目	数値	拡張期血圧1回目	
14	拡張期血圧1回目（単位）	テキスト	拡張期血圧1回目の単位	″mmHg″ or ″㎜Hg″
15	収縮期血圧2回目	数値	収縮期血圧2回目	
16	収縮期血圧2回目（単位）	テキスト	収縮期血圧2回目の単位	″mmHg″ or ″㎜Hg″
17	拡張期血圧2回目	数値	拡張期血圧2回目	
18	拡張期血圧2回目（単位）	テキスト	拡張期血圧2回目の単位	″mmHg″ or ″㎜Hg″





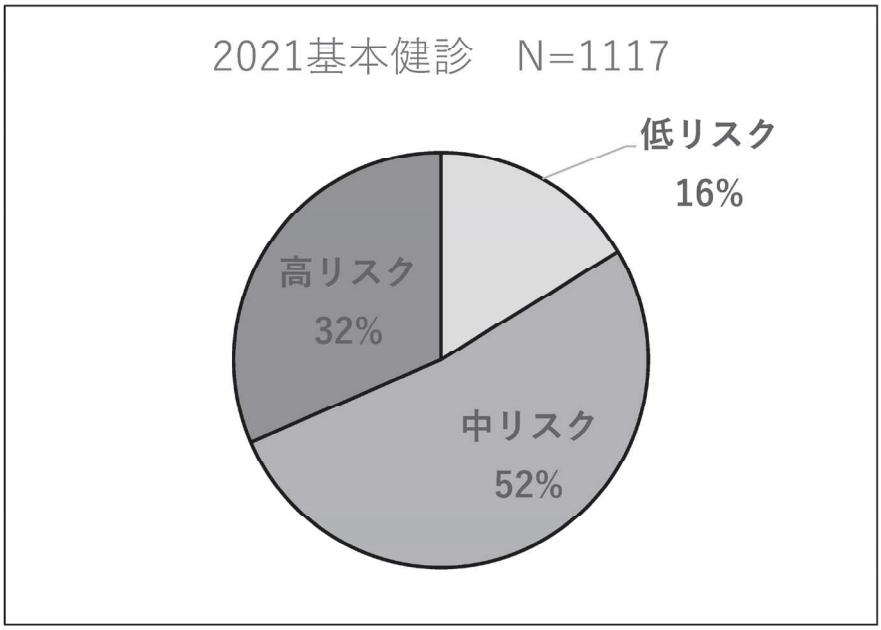


図２　各年度における最終評価（総合リスク評価）割合

参考資料 1:アプリケーション運用に関する調査研究についての参加者への説明文書

【臨床調査に関連した健康データベース活用についての研究協力への同意】

(1) 携帯電話アプリを用いた個人健康記録閲覧システムの有効性に関する調査研究への使用

この研究班で開発した個人健康記録閲覧システムにて個人健康記録を利用し、健診結果による個人の健康リスク評価の開示、健診結果の解説、健診案内などの情報提示を行います。またこれらのデータを多角的に解析し、放射線被ばくの健康影響を詳しく調べるために、参加者の方の健康リスク予測などを行う予定です。ただし、この健康リスク予測の開示については希望者のみとすることを想定しています。

この個人健康記録閲覧システムは、携帯電話アプリを用いた情報のやり取りを基本としています。皆様のご同意のもとにこのアプリの使用許諾をいただきます。

(2) 今後はどういった情報を取得していくのか

多項目健診・基本健診時に取得された個人健康記録、具体的には健診時に取得された以下のデータを本研究が終了するまで保存させていただきます。

・受診者属性データ
  ・年度健診対象者データ
  ・多項目健診結果データ
  ・基本健診結果データ
  ・質問票データ(縦断,ベースライン)
  ・問診病歴データ

最近、がんや循環器系疾患などの生活習慣病は、食事や喫煙などの生活習慣に大きな影響を受けることが知られています。病気の発生リスクを、経時的な健診情報等を全体的(網羅的)に調べることで、本研究においても将来、放射線被ばくと病気のリスクとの関係をより詳しく調べるために、健診データの包括的処理を考慮に入れた解析と、その結果の情報開示について、携帯電話アプリを用いることにより参加者の皆様に効果的に行うことを考えております。

(3) 調査研究の手順

まず、本調査研究に関しての契約・手続き等を行っていただきます。次に、同意者の方の(2)に提示した情報について連携テスト用データを準備致します。そのあと携帯電話に、この研究班で開発した個人健康記録閲覧システムアプリをインストールしていただき、データ連携テストと通信・回線テストを行います。以後運用テストを開始し、試用前後でアプリに対するアンケート調査を実施する予定です。

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線による甲状腺がんおよび甲状腺結節のリスク増加に対する統計的検出力の検討

研究分担者　吉永　信治　広島大学原爆放射線医科学研究所
研究協力者　古川　恭治　久留米大学バイオ統計センター
研究分担者　喜多村紘子　産業医科大学産業医実務研修センター
研究代表者　大久保利晃　労働安全衛生総合研究所労働者放射線障害防止研究センター

研究要旨
甲状腺疾患は放射線被ばくによって増加が懸念される健康影響である。本研究では、既存のデータやリスクモデル等に基づき、現在の調査規模で長期追跡調査を実施することにより収集されるデータから、被ばく線量に伴う甲状腺がんと甲状腺結節のリスク増加に対する統計的検出力がどの程度あるかを検討した。追跡年数の増加に伴い、検出力は徐々に増加し、現在の調査規模では 40 年間の追跡により、甲状腺がんおよび甲状腺結節のリスク増加に対する検出力がそれぞれ 62.4％および 24.7％と算出された。これらの数値は他のがんリスク増加に対する検出力よりも高く、長期にわたる追跡調査によるリスク評価が有効であることが示唆された。しかし、検出力算出に用いたデータやモデル、特に甲状腺結節については基礎となる年齢別罹患率や有病率のデータ、また、成人期の被ばく後のリスク増加に関する定量的な情報が不足しているため、算出結果は暫定的なものとみなす必要がある。

A．研究目的

本研究（NEWS）全体の大きな目的は、緊急作業従事者における放射線被ばくと健康の間の関連を評価することにある。放射線による長期にわたって発生しうる健康影響と放射線被ばくの関連をどの程度の確からしさをもって解析できるかを検討することは、集団規模の維持・拡大や追跡調査期間の延長を含めた計画の立案や再検討を行う上で重要で、統計的検出力（以下、検出力）はそれを評価するための有効な 1 つの指標である。

令和 3 年度には、NEWS に参加している約 5,900 人を対象とした今後の長期追跡調査によるがんリスク増加の検出力を、全固形がん、胃がん、結腸がん、肺がん、前立腺がん、および白血病に対して算出した。本年度は、放射線被ばくとの関連が先行研究によって示されているその他の疾患として甲状腺がんおよび甲状腺結節について、前年度と同様の手法により、線量に従ってリスクが増加する傾向性に対する検出力を試算した。

B．研究方法

1．用いたデータ

（1）研究対象者の属性および被ばく線量

2021 年 10 月 31 日の時点で NEWS へ研究同意が得られ、ベースライン調査を受診した 6,015 人のうち、女性および性別不明のもの、および緊急作業線量が不明であったもの計 128 名を除いた男性 5,887 人の誕生年のデータを用いた。

また、被ばく線量については、東京電力が公

表している甲状腺等価線量分布のデータに基づき、本研究対象者が年齢にかかわらず同様の線量分布に従っていると仮定して推定した線量を用いた。

これらの人々の 2016 年時点の年齢および推定甲状腺線量の分布を表 1 に示す。

（2）日本人男性のがん罹患率と死亡率のデータ

公開されている 2018 年の日本人男性の年齢階級別がん罹患率のデータ（国立がん研究センターがん情報サービス、がん統計、全国がん登録）、および年齢階級別全死因死亡率のデータ（厚生労働省、平成 30 年人口動態統計）を用いた。

（3）単位線量あたり過剰相対リスク

成人期の放射線被ばくに関連した甲状腺がんリスクおよび甲状腺結節の線量あたり過剰相対リスク（ERR）の推定値を報告した文献を参考に、それぞれの 1Gy あたり ERR を 3.8 および 0.5 と設定した。

2．甲状腺がんおよび甲状腺結節の罹患数の推定や予測に用いた仮定

（1）2018 年の日本人男性における年齢別全死因死亡率およびがん罹患率が一定。

（2）すべての研究対象者について 2016 年に一斉に追跡調査を開始。

（3）甲状腺の等価線量（Sv）は吸収線量（Gy）に等しく、放射線によるがんリスク（1Gy あたり ERR）は被ばく時年齢や到達年齢にかかわらず一定。

（4）喫煙やその他の生活習慣等に関連した因子による交絡の影響は無視できる。

（5）東京電力により甲状腺等価線量が推定された緊急作業従事者と本研究対象者とで年齢と線量の分布が等しい。

（6）甲状腺結節の年齢別罹患率は甲状腺がんの 10 倍

（7）緊急作業以外で受けた職業被ばく、医療被ばく、環境被ばくの影響は無視できる。

3．検出力の算出手順

（1）ベースライン罹患数の計算

対象集団を甲状腺等価線量によって 5 つの線量群（-99、100-199、200-499、500-999、1000- mSv）に分類し、各線量群ごとに生命表の手法に従い、甲状腺がんの解析においては死亡およびがん罹患の場合を打ち切りと扱い、また甲状腺結節の解析では死亡のみを打ち切りと扱った上で、一定の追跡調査年数（5 ～ 40 年の 5 年ごと）経過後の時点における、2 つの疾患の期待罹患数を算出した。

（2）ERR モデルによるリスク予測

各線量群の平均線量と期待罹患数、および想定した 1Gy あたり ERR の数値をもとに、放射線による過剰分を加えた予測罹患数（P）を、以下の式で算出した。

$P_k = E_k (1 + \beta d_k)$

ただし k は線量群を表す添字、E は期待罹患数、β は 1Gy あたり ERR、d は平均線量を表す。

（3）傾向性の検定統計量

線量群別の期待罹患数と予測罹患数をもとに、線量の増加に伴う両者の比、P/E の傾向性を検定する状況を想定し、Breslow & Day（1987）の手法に従い、下記の検定統計量を算出した。

$$\chi_1^2 = \frac{\left\{\sum_{k=1}^{5} x_k (P_k - E_k^*)\right\}^2}{\sum_{k=1}^{5} x_k^2 E_k^* - \left(\sum_{k=1}^{5} x_k E_k^*\right)^2 / P_+}$$

上式において χ_k は各線量群に対するスコア（ここでは平均線量を使用）、E_k^* は期待罹患数の総和を予測罹患数の総和に標準化した場合の各群における期待罹患数、P_+ は予測罹患数の総和を表す。

4．検出力の算出

上記の検定統計量の平方根 χ_1 が標準正規分布に従うとみなし、下記の帰無仮説および対立仮説を設定し、2 つの正規分布の上側確率および上側 5 %点などに基づき、片側 5 %検定での検出力を算出した。

帰無仮説 H_0：傾向性はない

対立仮説 H_1：正の傾向性がある

5．感度解析

想定する 1Gy あたり ERR の数値を、初期値

の10分の1から10倍まで変化させ、また、甲状腺がんに対する甲状腺結節の罹患率の比を最大200倍まで変化させ、同様の検出力算出を実施した。

（倫理面への配慮）

本研究では対象者への侵襲はない。非匿名化個人情報を含む研究資料については「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」（令和3年3月23日 文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第1号）および各施設の個人情報取扱規程等に従って取り扱い、外部への漏洩などの生じないように万全を期す。

C．研究結果

1．甲状腺がんの検出力

40年間の追跡調査では、約13.9万人年の観察人年が得られ、ベースライン、放射線被ばくによる過剰分、およびそれらの合計（予測罹患数）はそれぞれ17.6、2.7、20.3となった（表2）。この甲状腺がん増加に対する検出力は62.4％となった。検出力は追跡調査年数とともに増加し、10年、20年、30年の場合、検出力はそれぞれ、30.3％、47.3％、57.6％となった（図1）

検出力は対象者の人数および想定する1GyあたりERRにも依存し、それらの増加とともに上昇した（図2～3）。40年間の追跡で対象者数が3倍に拡大された場合、検出力は96.0％となった。さらに、対象者数はそのままで、想定するERR/Gyを初期値の2倍にした場合、40年間の追跡調査では、検出力は97.9％となった。

2．甲状腺結節の検出力

40年間の追跡調査では、約16.8万人年の観察人年が得られ、ベースライン、放射線被ばくによる過剰分、およびそれらの合計（予測罹患数）はそれぞれ216.1、4.3、220.4となった（表3）。この甲状腺結節増加に対する検出力は24.7％となった。検出力は追跡調査年数とともに増加し、10年、20年、30年の場合、検出力はそれぞれ、12.8％、18.1％、22.2％となった（図1）

検出力は対象者の人数および想定する1GyあたりERRの数値にも依存し、それらの増加とともに上昇した（図2～3）。40年間の追跡で対象者数が3倍に拡大された場合、検出力は50.7％となった。さらに、対象者数はそのままで、想定する1GyあたりERRを初期値の2倍にした場合、40年間の追跡調査では、検出力は60.1％となった。

検出力は想定するベースライン率の増加とともに上昇した（表4）。さらに、1GyあたりERRを2倍にした上で想定する甲状腺結節のベースライン罹患率を初期値（甲状腺がん罹患率に対する比が10）の2倍、5倍、10倍にした場合、検出力は10年の追跡調査ですら41.5％、73.1％、94.0％と高い検出力が算出されることが示された。

D．考察

本研究では、現在の規模の集団でも、40年間にわたって追跡調査を実施した場合、甲状腺がんおよび甲状腺結節のリスク増加に対する検出力がそれぞれ62.4％および24.7％と算出された。これらの数値は、他のがんに対して昨年度算出された検出力（全固形がん：10.3％、胃がん：6.7％、結腸がん：8.3％、肺がん：7.1％、前立腺がん：8.2％、白血病：6.5％）と比べてかなり高いことが示された。

今回行った検出力の算出はいくつかの単純な仮定のもとに行った簡便的なものである。特に甲状腺結節については、年齢別罹患率や有病率などの基礎となる情報が不足しており、甲状腺がんに対する比を導入して算出に用いた。このため、算出された検出力の解釈には注意を要する。

今回の検出力計算に用いた1GyあたりのERRの数値として、甲状腺がんについては、チェルノブイリ事故の緊急・復旧作業に従事した作業者を対象とした研究（Kesminiene et al. 2012）で報告された3.8（95%CI：1.0、10.9）を採用した。甲状腺結節については原爆被爆者

を対象とした研究（Imaizumi et al. 2006）で報告された被爆時年齢 20 歳以上に対する推定値 0.25（95%CI: -0.20、1.21）、およびヨウ素 131 を診断目的で投与された集団（大部分が成人）を対象とした研究（Hall et al. 1986）から推定された 0.9（95%CI：0.3、2.3）を参考に 0.5 と設定した。

しかし、甲状腺がんについては、原爆被爆者など他の被ばく集団を対象とした研究からは、成人期被ばく後のリスク増加を報告する研究は極めて限られている。また、放射線被ばくによる甲状腺結節については大部分の研究が小児期被ばくに関連した研究で、成人期被ばくに関連して定量的にリスクを評価した研究は乏しい。

また今回の検出力計算では、被ばくした年齢や到達した年齢にかかわらず放射線によるがんリスクが一定であると仮定し、線量群ごとにその代表線量および年齢別期待罹患数と、先行研究からの 1Gy あたり ERR 推定値に基づいて放射線による増加分を算出するという単純な方法を用いた。1Gy あたり ERR 推定値はいずれも成人期被ばくの集団から得られたもので、被ばく時年齢による修飾効果はある程度考慮済であるが、到達年齢については考慮がなされていない。

前年度に実施した全固形がんおよび主要な部位別がんに対する検出力計算では、研究対象者の実効線量のデータを用いたが、対象集団の一部が甲状腺への相当な内部被ばくを受けているため実効線量を用いることは妥当でない。このため、今回の検出力計算では実効線量ではなく甲状腺等価線量を用いたが、研究対象者の甲状腺個人線量が使用できなかったため、東京電力が公表している数値から推定を行わざるを得なかった。この推定においては、年齢にかかわらず被ばく線量の分布が一定という仮定を用いたが、この仮定の妥当性は検討する必要がある。

また、東京電力が公表している甲状腺線量の情報を利用するにあたっては、線量区分として 100mSv 未満が一括されているため、線量群間の人数の分布にかなりの偏りが生じたことに注意が必要である。さらに、一般に東京電力が公表している線量推定値は保守的な数値と考えられるため、実際の検出力は今回算出された数値よりも多少低くなることが予想される。今後、個人の精度高い甲状腺線量が推定された後、検出力を再計算することが望ましい。

今回の検出力計算では緊急作業線量のみに着目し、平常時の放射線作業による線量は含まれていない。平成 30 年度になされた検出力算出で示されたように、緊急作業線量のみを考慮した場合に加え、平常時の作業線量を併せて考慮した場合は検出力が上昇することが予想される。

E．結論

現在の研究規模を踏まえ、公表されている各種データ等に基づき、放射線被ばくによる甲状腺がんおよび甲状腺結節のリスク増加の検出力を算出した。特に甲状腺結節については用いた仮定に検討の余地があるものの、いずれの甲状腺疾患についても長期追跡調査により放射線による増加を検出することは困難ではないことが示唆された。

G．研究発表

なし

H．知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1．特許取得

なし

2．実用新案登録

なし

3．その他

なし

表１　研究対象者の年齢と推定甲状腺等価線量

	人数	割合(%)
2016 年時点の年齢		
20～29	141	2.4
30～39	703	11.9
40～49	1,754	29.8
50～59	1,847	31.4
60～69	1,359	23.1
70～	83	1.4
甲状腺等価線量(mSv)		
～99	5,358	91.0
100～199	270	4.6
200～499	178	3.0
500～999	59	1.0
1000～	22	0.4
合計	5,887	100.0

表２　40 年間の追跡調査による線量群ごとの甲状腺がん罹患予測数

甲状腺等価線量(mSv)	人数	ベースライン罹患数	放射線による過剰罹患数	ベースラインと放射線による過剰の合計
～99	5,358	16.03	0.61	16.64
100～199	270	0.81	0.46	1.27
200～499	178	0.53	0.71	1.24
500～999	59	0.18	0.50	0.68
1000～	22	0.07	0.38	0.45
合計	5,887	17.61	2.66	20.27

表３　40 年間の追跡調査による線量群ごとの甲状腺結節罹患予測数

甲状腺等価線量(mSv)	人数	ベースライン罹患数	放射線による過剰罹患数	ベースラインと放射線による過剰の合計
～99	5,358	196.66	0.98	197.64
100～199	270	9.89	0.74	10.63
200～499	178	6.53	1.14	7.67
500～999	59	2.16	0.81	2.98
1000～	22	0.82	0.61	1.43
合計	5,887	216.06	4.29	220.35

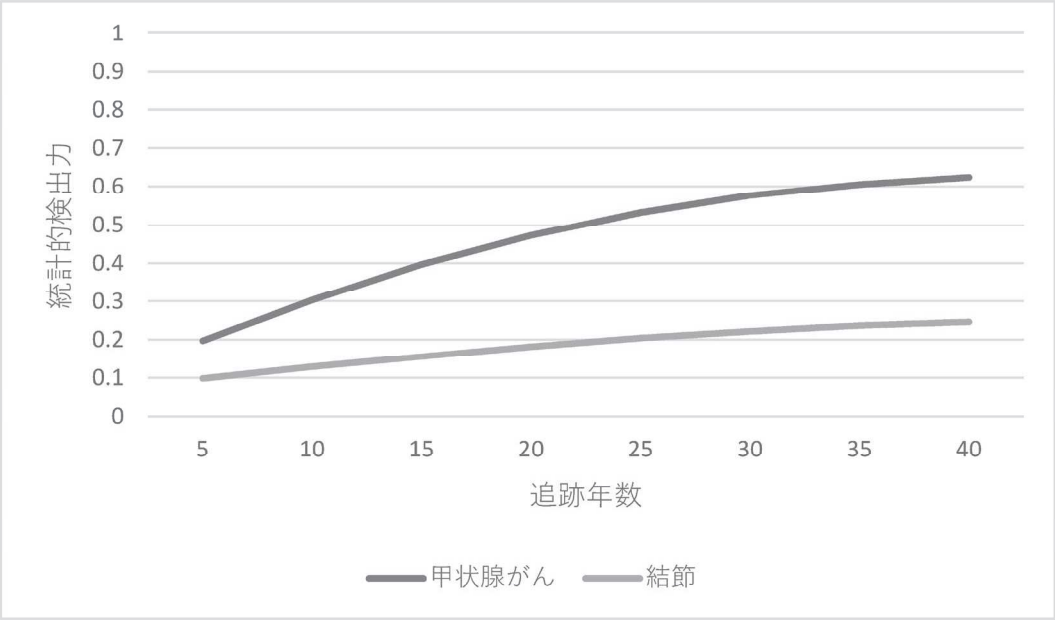


図１　追跡調査年数と検出力の関係

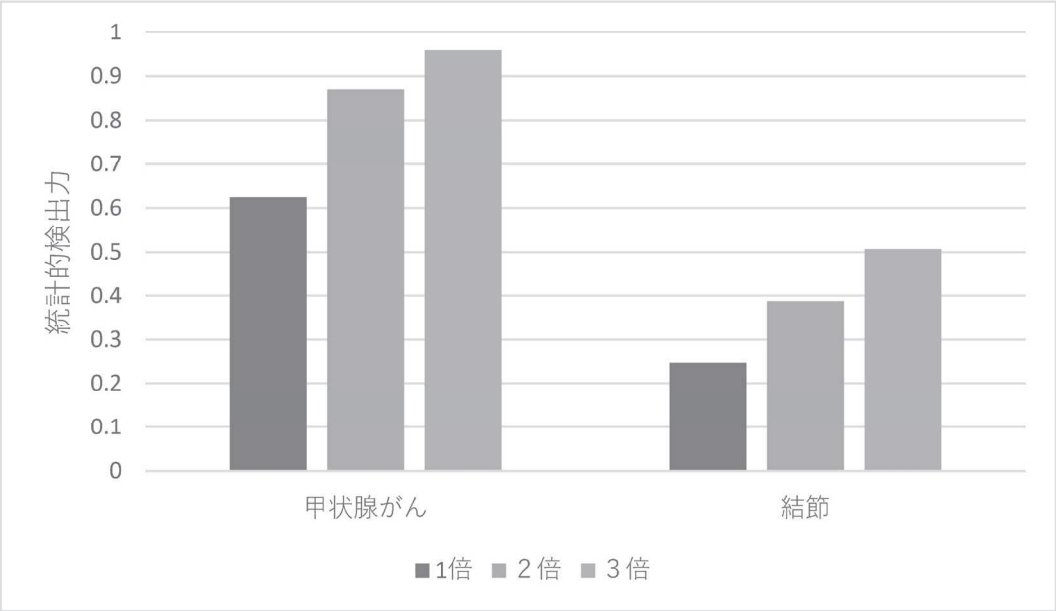


図２　対象者の人数が増加した場合の検出力の変化（追跡調査年数 40 年）

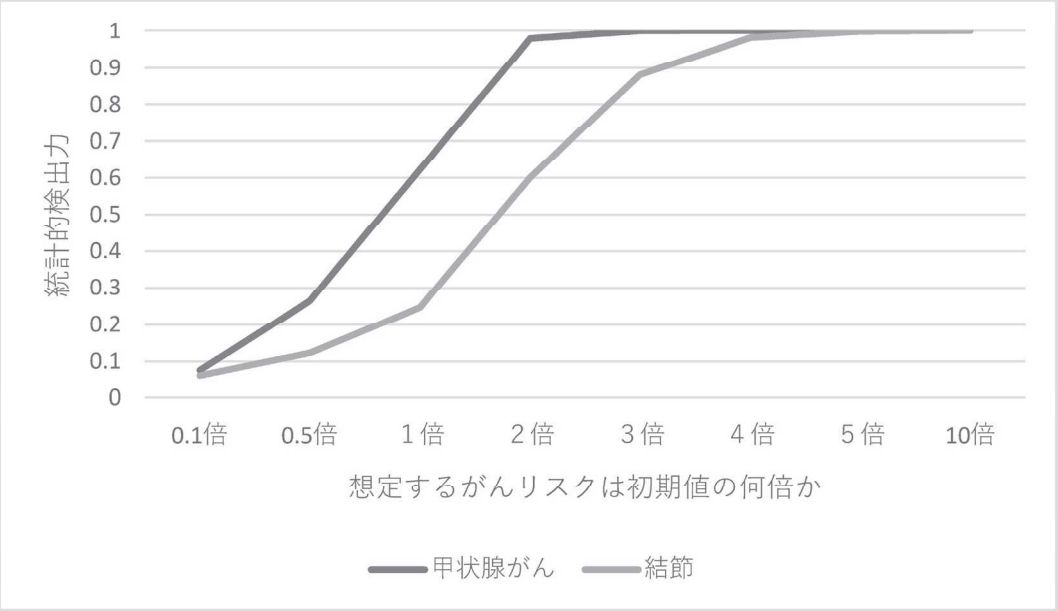


図３　線量あたり過剰相対リスクの推定値の想定値の増減に伴う検出力の変動（追跡調査年数 40 年）

表４　甲状腺結節罹患率の想定値を変動させた場合の追跡調査年数別検出力

	追跡調査年数			
想定する甲状腺結節罹患率比（対甲状腺がん罹患率比）	10 年	20 年	30 年	40 年
1	6.9%	7.9%	8.6%	9.0%
2	7.8%	9.4%	10.5%	11.2%
5	10.0%	13.0%	15.3%	16.7%
10	12.8%	18.1%	22.2%	24.7%
20	17.8%	27.2%	34.5%	38.7%
50	30.7%	49.9%	62.7%	69.2%
100	48.8%	75.1%	87.3%	91.8%
200	73.9%	95.0%	98.9%	99.6%

厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金
放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究
令和４年度　総括・分担研究報告書

研究代表者　大久保　利晃

令和５年３月

発行：放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究事務局
独立行政法人労働者健康安全機構　労働安全衛生総合研究所 内
〒 214-8585　神奈川県川崎市多摩区長尾 6-21-1
電話（044）865-6111　FAX（044）865-6124

印刷：株式会社保健文化社
〒 226-0024　神奈川県横浜市緑区西八朔町 354-10
電話（045）938-6833　FAX（045）938-6834