

21世紀の消防と 消防技術の将来

—「消防技術の将来予測調査」について—

〈最終回〉

消防技術の将来予測調査 消防庁 事務局

前号に引き続き、「消防技術の将来予測調査」の各種技術開発課題について解説する。

10 その他

(1) 危険物施設の保安点検ロボット

危険物施設のうち、容量が1,000kl以上の屋外タンク貯蔵所については、その構造や基礎・地盤等の状況に応じて5～10年の周期で開放し、腐食や亀裂の状況について消防の検査を受けたり、点検して補修したりしなければならないこととされている。

屋外タンク貯蔵所は普通は鋼板で出来ており、タンクの内外から徐々に腐

食していくのは避けられないし、長い年月の間に歪みが溜まって亀裂などが生じていないとも限らない。

日本が地震国であること、大型タンクから大量の油が漏洩すると（水鳥の重油流出事故などを持ち出すまでもなく）防災上、環境上大変なことになることなどから、タンクの腐食や亀裂などの状況を適切に把握し、大地震などが起こっても大規模な漏洩が発生しないように維持管理しておくことは不可欠である。

一方、容量が1,000klと言えば1,000t近くの油が入っている。容量10万klのタンクともなれば、10万トンクラス的大型タンカー一隻分の油

である。一口に「開放する」と言っても、中に入っている油の始末から内部の清掃まで大変な作業であり、膨大な費用と労力が必要になる。

このため、何とか「開放」しないでタンク内部の亀裂や腐食の状況がわからないか、ということになる。

ここでは、液体危険物タンクの開放点検の代わりに、危険物が入ったままの状態でタンク内に点検用ロボットを入れ、腐食や亀裂等の有無を点検出来ないか、という発想から、「危険物が満たされたタンクの内部を自走し、腐食や亀裂等の有無を点検するロボット」という技術開発課題とした。

海上タンクについては、海中に遠隔

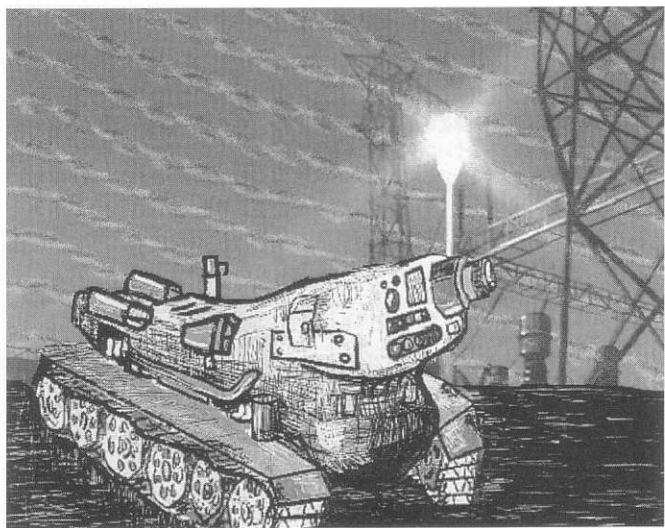
操縦の水中ロボットカメラを入れて、海中から外部腐食の状況を把握する試みなどもなされているが、油の中ではカメラなどの光学的手法では限界があるし、重油などの透明度の悪い危険物についてはほとんど成果は期待できない。

現在行われている開放点検は、危険物を全く空の状態にし、洗剤できれいに洗い、コーティングなどもはがした上で亀裂や腐食の状況を確認している。

この課題の保安点検ロボットは、光学的手法の他に、超音波、電磁波、磁力線、振動解析などの検査手法を動員して、開放して点検すると同程度の精度で腐食や亀裂の状況を探検しなければならぬし、危険物の中で作業するという危険性、粘性の極めて高い液体の中で移動したり作動したりしなければならぬという困難性などもあつて、技術的には相当難しい課題だと考えられる。

この課題を「重要又は非常に重要」とした方は82人（74・5％）で、「可搬式レーザー切断器」と並んで全30課題中20番目の重要度と認識されている。消防機関以外の学識者だけで見ると82・3％の方が「重要又は非常に重要」としており、全体では9番目の重要度とかなり高い位置づけになるのだが、消防機関では56・1％で26番目であり、重要度の位置づけは極めて低くなる。

消防機関は屋外タンクの開放点検を



危険物施設の保安点検ロボット 〈イラスト／西野智昭〉

行わせる立場であり、屋外タンクが長期に亘って適切に維持管理されれば良いので、そのための「開放」に労力や費用がかかるかどうかには余り関心がないと言ったら言い過ぎで、「タンクを所有する企業がロボットを使用してタンクを開放せずに信頼性のあるデータを得られるのなら結構なこと。開放するかどうかは、要はデータの信頼性の問題」と冷静なコメントを寄せた大コンビナート地区を所管する消防機関のコメントが平均的なところではなからうか。

ところで、ここで言う「危険物」は消防法上の第4類の危険物を言い、特殊引火物から動植物油まで含まれる。内部の開放点検が必要な1、000kl以上の屋外タンクだと内部に貯蔵される危険物は原油、重油などの石油類が多くなり、特殊引火物などの極めて危険な物質はあまりないのだが、学識者の中にはそんなことはご存知ない方も多く、自由コメントで「危険物の種類やタンクの形状によって可能性は大きく違うのでは?」、「危険物の種類によって実現予測時期は異なる」などがあるのは、考えてみれば当然の指摘だった。

「重油」とか「原油」などと危険物を特定して聞いた方がより正確な回答が得られたと反省している。

重油などの引火点の高い危険物ならともかく、ガソリンなどの引火点の低い危険物の中にロボットを入れたら危険ではないか、と危惧する方も多く、「内部を自走することの危険性を考慮すべき」、「危険物の入ったタンクにロボットを入れることは法的に許されるのか」などというご指

摘は、当然の心配だろう。

「外部からの点検ロボットの活用が先」、「外側からの探査で代行出来ないか?」、「ロボットでなく、赤外線などのセンサーを四方に設置するのでは?」など、外部から監視出来るのは?」などと、「危険物内部にロボットを入れる」というコンセプトそのものに問題があり、「外部から腐食や亀裂を探索する手法を開発すべき」というコメントが多かったのは、危険性、動作困難性、検査精度確保の困難性などを考えれば、常識的にはまことにそのとおりには違いない。

一方で「十分に可能と思う」、「石油タンク内部の点検ロボットは実用化している」などのコメントもあったが、どの程度のレベルを念頭に置いての回答なのか、やや疑問である。

実現予測時期を見ると、最も多かったのは「2001～05年」と「わからない」の30人(27・3%)で、次いで「2006～10年」の25人(22・7%)となっており、「1997～2000年」ともう既に実用化されているとする方が6人(5・5%)いる反面、「実現不可能」、「2031年以降」などと悲観的な予測をする方も各4人(3・6%)いたりして、実現予測時期がばらついているのが特徴である。

平均実現予測時期は「2012年」で全30課題中16番目となっている。注目すべきは、消防機関とそれ以外の学

(近代消防'99年10月号)

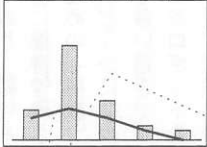
識者との実現予測時期に関する認識の違いである。学識者だけ見ると「2009年」で10番目と比較的早い時期に実現されると予測しているが、消防機関では「2019年」で23番目という遅い時期の予測となっている。

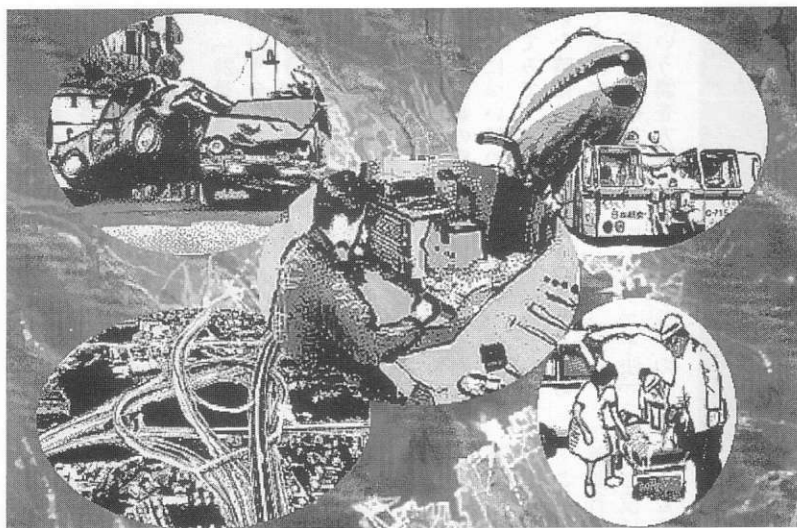
消防機関にしてみれば、重油や原油などの粘性が高く引火性もある危険物の中で活動するロボットなどなかなか考えにくく、開放して行っている現在の点検と同じレベルの点検精度を確保することなど「本当に出来るのか」と懐疑的なのだろうか、学識者は「いや、技術的には可能だし、やろうと思えばそんなに難しくない」と考えているということだろう。

特に、「専門家グループ」31人のうち7人(22・6%)が「1997～2000年」の実用化を予測し、11人(35・5%)が「2001～05年」の実用化を予測している、24人(専門家グループの77・5%)の方が2010年までに実現すると予測しているのは、必要な技術開発レベルの想定が多少違う人もいるかも知れないということとを差し引いても注目値する。

屋外タンクの開放検査の手間や費用が相当の額に上ることなどを考えると、21世紀の比較的早い時期に、タンクの開放点検に代わってロボットが点検する時代がやって来ることになるのかも知れない。

別表 消防技術の将来予測調査結果

選択肢番号					Q1. 専門度	Q2. 重要度	Q3. 実現予測時期	Q4. 阻害要因																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	2	3	4	5	この課題についてどの程度の専門知識をお持ちですか。一つ選んで番号に○をつけてください。	住民の安全や消防活動の面でこの課題がどの程度重要とお考えですか。一つ選んで○をつけてください。	この課題が実現化する時期はおおよそいつくらいとお考えですか。一つ選んで番号に○をつけてください。	この課題の実現を阻害するものがあると考えれば、次のどのような要因が考えられますか。いくつでもかまいませんので番号に○をつけてください。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
19	61	25	9	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
7	10	7	3	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
 アンケート回答者全員の回答分布 (単位: 人) 専門度1または2と回答したグループ (専門的知識を持っているグループ) の回答分布 (単位: 人) アンケート回答者全員の回答分布 (グラフ上限値: 80人) 専門度を1または2と回答したグループ (専門的知識を持っているグループ) の回答分布 (グラフ上限値: 40人)					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1



リアルタイム地震被害低減システム

〈イラスト／西野智昭〉

講じることが出来るところもあるはずで、うまくいけば地震被害を相当減らすことが出来る……というのが、リアルタイム地震被害低減システムの原理である。最近では地震予知の実用化がいま一つ確信を持っていないものもあるが、一つ「地震被害の低減方策としては唯一の可能なシステムである」などとする声もある。

技術的には既存技術の組み合わせでよく、東海地震を念頭に、実用化が検討される段階に至っているようである。もともと、実際にシステムを組もうとすると、地震計の配置密度の問題もあるし、「50km先でM8の大地震が発生し、数秒後にこちらも震度7の揺れに見舞われる」という情報を得た時に残された時間内に何をすれば良いのか、自動的に運転を強制ス

トップさせて本当に大丈夫か、情報の信頼性がどの程度であればいいろいろと問題も多い緊急停止に踏み切れるのか、など、検討すべき課題が多いのも事実である。

今回の調査では、「非直下型地震の場合に、地震発生から地震波が到達するまでの時間を利用し、地震検知システムと連動して、地震波到達直前に運転停止電源遮断等の可能な安全対策を講ずることが出来るリアルタイム地震被害低減システムが都市レベル、ライフラインレベル、建築物レベルで実用化する」という課題に整理した。

この課題を「重要又は非常に重要」とした方は91人(83・5%)で全30課題中13番目に位置している。この課題も消防機関とそれ以外の学識者では、重要度の認識に相当差があったものの一つであり、消防機関以外の学識者では「重要又は非常に重要」とした方が82・9%で7番目の重要度としているのに、消防機関では80・5%で17番目に位置づけられている。

他の課題に比べると、この課題は「消防」というより「防災」の範疇に属するので、消防機関にとつては興味を引かなかつたのかも知れない。自由コメントでは、「地震波到達時に行く場合との差はわずかであると思うので、このようなことをする必要はないのではないか」という懐疑的な意見は少数派で、このシステムの有効性を当然の前提として、「既に実現している」、「10年以上前からこのアイデアはあったし、どこかで開発しているのでは？」などの意見も多かった。

技術的には、「地震探知の確度が問題だが、現状の研究体制でも解決は時間の問題」などと楽観的なものも多く、「震源からの距離がどの程度なら有効なシステムが組めるのか？」などという指摘も、このシステムの有効性と可能性を前提としてのものだろう。

このシステムが社会全体で構築すべきものであることから、「他の課題に比べ非常に大きな内容で、こんなシス

(近代消防'99年10月号)

テムを実用化する組織はないのでは？」とやや悲観的な意見もあったが、「誤報、空振りを許容する社会のコンセンサス形成が必要」などの積極的な立場からのご指摘を参考にしたいところである。

実現予測時期では、「わからない」とした方が40人(37・0%)で最も多かったのは、この課題が既存技術の組み合わせで出来そうなのを考えると意外だった。これは消防機関で「わからない」とした方が23本部(回答本部の56・1%)に上ったことが大きい。

この23本部という数字は「筋力補助装置」と並んで最も多かったのだが、「地震対策の本命」と位置づける人もこのシステムについて、消防機関があまり関心を持っていないということと裏付ける数値なのかも知れない。

新幹線のことだけを考えても、時速250kmで走行中に突然大地震に襲われるのと、数秒前に知って減速を開始し、停止しないまでも時速100km台で揺れが始まるのでは、人命被害に大きな違いがある。消防機関もこの種のシステムにもう少し関心を持った方が良いのではなからうか。

「わからない」の次に多かったのは、「2001～05年」の22人(20・4%)、次いで「2011～20年」の19人(17・6%)で、実現予測時期がかなりばらついたのが特徴である。

平均実現予測時期は「2012年」で、全30課題中17番目であった。「2

0200年の科学技術」の予測(2007年)に比べるとやや遅くなっているのが注目される。

おわりに

「21世紀の消防と消防技術の将来」というテーマで連載を始めて、今回でちょうど11回目になる。「21世紀の消防を考える」国民各層の声」についての紹介を除くと、「消防技術の将来予測調査」については9回に亘って連載したことになる。

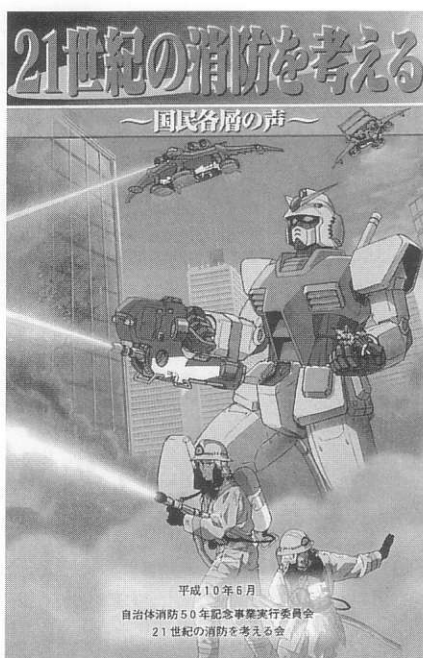
この連載の機会に、調査を行った30項目についての専門家の回答を詳細に見てみて、三菱総研と一緒に検討していた時には気づかなかつたことも改めて見えてきた。

三菱総研によれば「デルファイ法」という調査方法は、「(ギリシアの)

デルファイ(デルフォイ?)の神殿で「託宣を聞く」という意味から来たのだそう、他に予測方法が無いときに行う最後の調査法なのだそうだが、こうして専門家の回答を丹念に見ていくと、技術開発の可能性について様々な側面が見えてくる。

今回は、時間と費用の点から、ジャンル別に見ると専門家の数が少ないものもあつたし、第1回目の分析をもう少し丁寧にやって第2回目のアンケートの際の情報として提供すれば、もっと精度の高い予測が得られたのではないかと、という反省もあるが、このようなイベント的調査としては面白い経験をさせていただいたと考えている。

ここで得られた技術情報は、今後、消防行政を展開していくにあたつて何かと役に立つのではないかと期待しているところである。(終わり)



自治体消防制度50周年を記念して21世紀の消防に対する国民の期待をとりまとめた「21世紀の消防を考える～国民各層の声～」の表紙。技術開発の可能性について様々な側面が見えてきた。

ケーブル防災設備協議会

BCJ 評定工法の品質管理の一環として、評定工法に適合した施工箇所に **工法表示ラベル**

を一定基準により貼っています。尚、バスダクトについてもバスダクト専用ラベルを使用しています。

〔工法表示ラベル〕

CFAJ®

ケーブル貫通部の防火措置工法

評定番号 BCJ-防災-

評定取得会社

施工会社

施工年月

年 月

△ 警告

1. ケーブル貫通部の防火措置部の上に乗らないで下さい。開口部が破壊して転落および火災貫通の危険があります。
2. ケーブルを追加通線するか、除去する場合は当ラベルに記載された評定取得会社または施工会社へご相談下さい。不適切な材料の使用や修理では火災貫通の危険があります。

ケーブル防災設備協議会

会 員：イソライト工業株式会社
大 淀 化 工 株 式 会 社
昭 和 電 線 電 纜 株 式 会 社
新 日 鐵 化 学 株 式 会 社
住 友 ス リ ー エ ム 株 式 会 社
住 友 電 気 工 業 株 式 会 社
タ ッ タ 電 線 株 式 会 社
寺 崎 ネ ル ソ ン 株 式 会 社
東 レ ・ ダ ウ コ ー ニ ン グ ・ シ リ コ ー ン 株 式 会 社
ト ヨ ク ニ 電 線 株 式 会 社
西 日 本 電 線 株 式 会 社
日 東 化 成 工 業 株 式 会 社
日 本 イ ン シ ュ レ ー シ ョ ン 株 式 会 社
日 立 電 線 株 式 会 社
株 式 会 社 フ ジ ク ラ
古 河 電 気 工 業 株 式 会 社
三 菱 電 線 工 業 株 式 会 社
矢 崎 総 業 株 式 会 社
(50音順)

事務局：〒104-0045

東京都中央区築地1-12-22

コンワビル6階 (社)日本電線工業会内

TEL 03(3546)8750 FAX 03(3542)6037