

## 特別寄稿

# ディープラーニングの応用と展開

次世代の高度なシート材表面検査に“業界初”的チャレンジ

文◎古田俊治  
フロンティアシステム 代表取締役

## 「欠点を流出させない」は当たり前として

当社は1990年11月の創業以来、ラインカメラを使用したシート材検査装置のシステム開発を中心にお客さまの要求に応じてカスタマイズされた装置を提供してきた。現在においてもシステムイ

ンテグレータとしてお客様の要求に応えていく、その姿勢は変わらない。

当初は、欠点を流出させないことをコンセプトとして「ZDシリーズ Zero Defect」のシステムを開発した。素材シートの欠点を確実に検出し外部へ流出させないことは当たり前のことであり、そのほかにも操作性とメンテナンス、コストパフォーマンスに優れていたことは今でも自信を持っている。

その後は、高速ラインに対応した「NFシリーズ」、マルチ検査に対応した「KEシリーズ」を発表、そしてこのたび、創業時のZDシリーズの後継機として「ZD-CF」(以下、CF) と「ZD-CFAI」(以下、CFAI) を市場に提供する準備が整った。

CF(写真1)は、カメラをGig-Eラインカメラのモノクロとカラーに対応し、カメラの解像度としては12Kまで対応していることだ、検査能力だけでなくコストパフォーマンスにおいても優れている。

一方でCFAIは、コグネックス社の「VisionPro ViDi」(以下、ViDi) を搭載し、ディープラーニングによる種別判別と通常の二値化では検出できない欠点を学習させることにより検出が可能となるAI機能を充実させた。この機能は、シート材検査という特定の市場においては業界初(2019年8月当社調べ)ではないだろうか。



図表1●横画面表示モード

列名	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	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	148
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

図表4●左からマップ印刷、リスト印刷(データ)、リスト印刷(画像)

ID	測定位置	測定時間	測定値	結果	状況	操作
1	123456	2019/01/01 10:00:00	0.123456	良	OK	確認
2	123457	2019/01/01 10:00:00	0.123457	良	OK	確認
3	123458	2019/01/01 10:00:00	0.123458	良	OK	確認
4	123459	2019/01/01 10:00:00	0.123459	良	OK	確認
5	123460	2019/01/01 10:00:00	0.123460	良	OK	確認
6	123461	2019/01/01 10:00:00	0.123461	良	OK	確認
7	123462	2019/01/01 10:00:00	0.123462	良	OK	確認
8	123463	2019/01/01 10:00:00	0.123463	良	OK	確認
9	123464	2019/01/01 10:00:00	0.123464	良	OK	確認
10	123465	2019/01/01 10:00:00	0.123465	良	OK	確認
11	123466	2019/01/01 10:00:00	0.123466	良	OK	確認
12	123467	2019/01/01 10:00:00	0.123467	良	OK	確認
13	123468	2019/01/01 10:00:00	0.123468	良	OK	確認
14	123469	2019/01/01 10:00:00	0.123469	良	OK	確認
15	123470	2019/01/01 10:00:00	0.123470	良	OK	確認
16	123471	2019/01/01 10:00:00	0.123471	良	OK	確認
17	123472	2019/01/01 10:00:00	0.123472	良	OK	確認
18	123473	2019/01/01 10:00:00	0.123473	良	OK	確認
19	123474	2019/01/01 10:00:00	0.123474	良	OK	確認
20	123475	2019/01/01 10:00:00	0.123475	良	OK	確認
21	123476	2019/01/01 10:00:00	0.123476	良	OK	確認
22	123477	2019/01/01 10:00:00	0.123477	良	OK	確認
23	123478	2019/01/01 10:00:00	0.123478	良	OK	確認
24	123479	2019/01/01 10:00:00	0.123479	良	OK	確認
25	123480	2019/01/01 10:00:00	0.123480	良	OK	確認
26	123481	2019/01/01 10:00:00	0.123481	良	OK	確認
27	123482	2019/01/01 10:00:00	0.123482	良	OK	確認
28	123483	2019/01/01 10:00:00	0.123483	良	OK	確認
29	123484	2019/01/01 10:00:00	0.123484	良	OK	確認
30	123485	2019/01/01 10:00:00	0.123485	良	OK	確認
31	123486	2019/01/01 10:00:00	0.123486	良	OK	確認
32	123487	2019/01/01 10:00:00	0.123487	良	OK	確認
33	123488	2019/01/01 10:00:00	0.123488	良	OK	確認
34	123489	2019/01/01 10:00:00	0.123489	良	OK	確認
35	123490	2019/01/01 10:00:00	0.123490	良	OK	確認
36	123491	2019/01/01 10:00:00	0.123491	良	OK	確認
37	123492	2019/01/01 10:00:00	0.123492	良	OK	確認

⑤各データ閲覧 (CF／CFAI)

⑥マップ表示 (横表示／縦表示) (CF／CFAI)

⑦欠点密集＆周期判定 (CF／CFAI)

⑧AI種別判定 (CFAI)

⑨外部閲覧機能 (オプション)

⑩IOT遠隔監視機能 (オプション)

となっている。

次に仕様としては、

①4k、8k、12k、Gig-Eラインカメラ対応 (CF／CFAI)

②OS : Windows10 Enterprise IoT (CF／CFAI)

③CPU : intel Core i7 (CF) ／Core i9 (CFAI)

④GPU : NVIDIA (CFAI)

⑤SSD : 256GB (CF／CFAI)

⑥AI : コグネックス社「ViDi」 (CFAI)

図表3はCFのシステム構成だ。参考までに説明すると、CF検査装置用の制御盤に、それぞれの光学系により検出する対象欠陥が異なる場合のシステムである。ラインはエンコーダのパルスと同期を取り、それぞれの光学系で検出した欠点にラベルもしくはペンによりマーキングする。

管理用としてビューアーPCを設置し検査中であっても、現在の検査状況や履歴データを復元することにより過去の検査状況を確認することが可能となる。必要な情報はプリントアウトして品質管理に使用する(図表4)。

## 4つのメリットと1つのデメリット

Gig-Eラインカメラ(写真2)の特徴について、メリットとデメリットの両面から解説したい。

メリットとしては、まずケーブル長が長い(最大100m※))ことが挙げられる。LANケーブルを最大100mまで配線できるため、これまでラインカメラが配置できなかった場所や環境で使用可能となっている。

次に、複数台接続のコストが安い点だ。LANポートを増やすだけで、複数台接続を容易に実現可能となっている。



Gig-Eラインカメラ本体

続いて、フレームグラバーが不要。PCとカメラを、LANケーブルで直接接続することが可能であるため、専用の画像入力ボードが不要となり、圧倒的に安価なシステム構築が可能となっている。

このほか、2K・4K・8K・12Kのラインカメラにより、エリアカメラに比べて高分解能による検査が可能になっている点も挙げておきたい。

一方でデメリットとしては、データ転送速度がカメラリンクに比べて低いことが挙げられる。

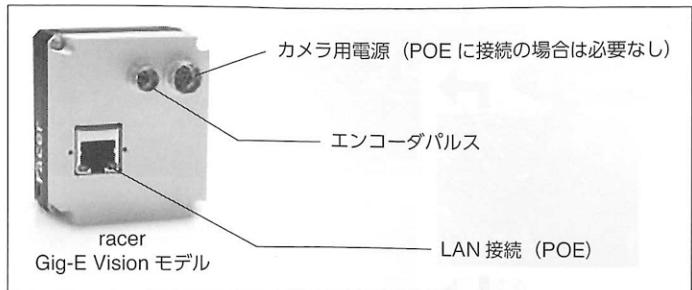
ただし、シート材市場において生産される高速のラインがどれほどあるかを調査しても割合としては低く、低速で毎分20m、中速でも毎分100m前後と、あえて区切ると低速もしくは中速の生産ラインがほとんどであり、このデメリットが検査に影響を与えることはない。高速ラインは当社のXGシリーズもしくはNFシリーズで対応は十分可能である。

当社は、お客様の要求される内容によって提案するシステムを変えることが可能であり、今までの30年間の経験やノウハウがここに生きてくる。

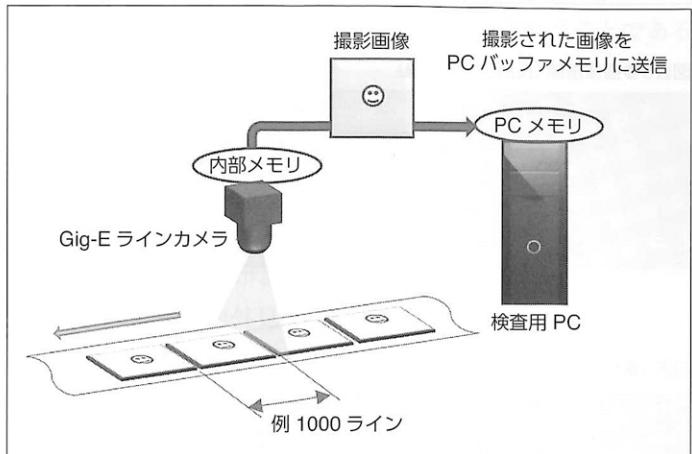
Gig-E ラインカメラ（図表5）は、カメラの内部メモリとPCのメインメモリにそれぞれリングバッファを持っている。1ライン取り込むごとにPCへデータを送信しているわけではなく、より安定した動作を実現するために、取り込んだ画像をいったんカメラの内部メモリに蓄えて、一定ライン数の取り込みが完了するごとに1枚の画像として順次PC側のバッファへ送信している。

ラインとの同期は、エンコーダのパルスで行うカメラリンクなどは画像ボードにエンコーダのパルスを入力して同期を取るが、Gig-E ラインカメラの場合はカメラ本体にRS422の入力用のコネクタ

図表5●Gig-E ラインカメラ接続例



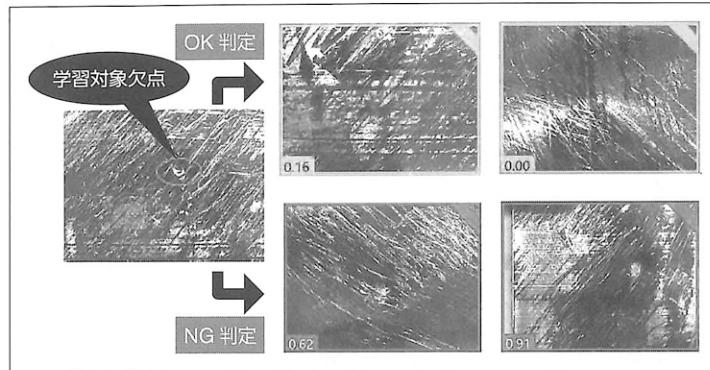
図表6●Gig-E ラインカメラで撮像された画像をPCに送信するイメージ



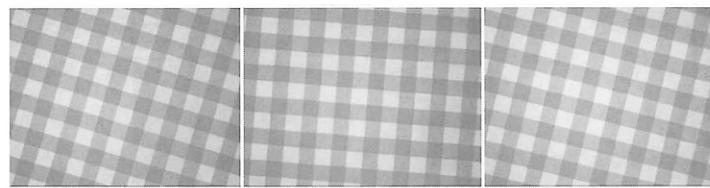
があり、直接入力する。複数台のカメラ接続の場合には終端抵抗が必要になるが、ソフト側で終端のカメラに対して接続の設定が可能となる。

例えば1回の取り込みライン数を1000ラインと設定した場合、1000ライン分の画像取り込みはGig-E ラインカメラ内部だけで完了し、カメラの内部メモリに蓄えられた高さ1000pxの画像データが、順次PCに転送されていく。転送中も1001ライン目以降の取り込みはラインセンサ上で実施され、画像取り込みはカメラ内部だけで取りこぼしなく実施した後、カメラからPCへの画像転送はリングバッファを使用してデータ損失することなく、確実に転送される仕組みが完成されている。画像入力ボードの機能をGig-E ラインカメラ自身が内蔵することで、画像取り込みの安定性を実現している（図表6）。

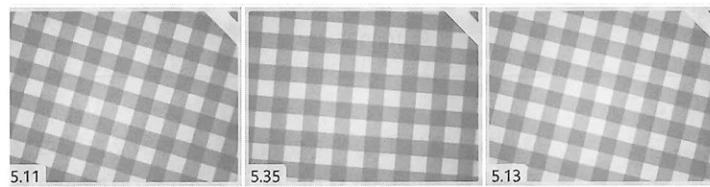
図表7●金属検査におけるディープラーニング学習例



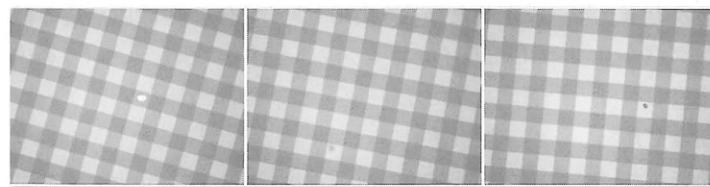
図表8●撮像画像(良品データ収集)



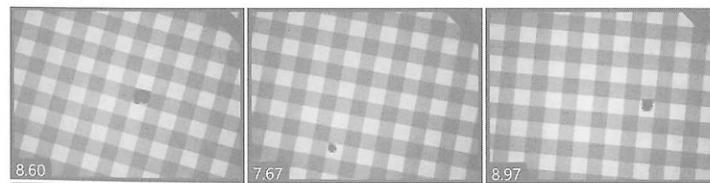
図表9●良品画像学習



図表10●不良品撮像画像



図表11●不良判定



## ディープラーニングの検査と目視の検査

CF検査装置にコグネックス社のViDiを搭載することで、ディープラーニングによりリアルタイムに種別判別することが可能となった。ディープラーニングとは聞きなれない言葉であるが「人工知能」(以下AI)という言葉はよく聞かれるのではないだろうか。

ディープラーニングはAIの一部であり、また機械学習の1種である。機械学習の種類(アルゴリズム／手法)は、実はさまざまなものが存在するが、その中の1グループがディープラーニングである。

ディープラーニングとは、突き詰めると、経験から学習する人間にとっては自然にできることをロボットや機械に教えることであり、並列処理が可能で高速処理できるCPUやGPUなどのハードウェアによって、人間の脳の神経細胞網を模倣(ニューロンモデル)すること、生物工学的で多層的な「深層」ニューラルネットワークの実装が実現可能になった、

ディープラーニングに基づいたViDiというソフトウェアは、従来のマシンビジョンソリューションよりも効果的に、判断による検査・分類を実現することができる。

図表7は、金属の断面の打痕部分を学習させて打痕部分のみを検査することが可能な参考例である。

外観上の変動についてはある程

図表12●ディープラーニングとほかの検査方法との比較

 人間の目視検査と比較して、 ディープラーニングは	 従来のマシンビジョンと比較して、 ディープラーニングは
より一貫している 毎日24時間動作し、全てのライン、全てのシフト およびすべての工場で同じレベルの品質を維持	解決困難な用途のために設計 古典的なルールに基づくアルゴリズムでは不可能 または困難な、複雑な検査、分類および識別用途を解決
より信頼できる 設定された許容差の範囲外の欠陥を全て特定	設定が容易 アプリケーションを容易に設定できるため、 実証実験や展開を迅速化
より高速 ミリ単位で欠陥を特定できるため高速用途を支援し、 スループットを改善	バラツキを許容 目標値からの許容偏差の評価を必要とする 欠陥のバラつきに対応

度許容するものの、複雑な表面性状や画質は検査上の深刻な問題となる。見た目が非常に似かよった素材の変動や偏差を認識することが困難であり、ユーザーがどのように固有の違い、または異常を理解し分類するかによって、相違や異常が排除されたり、されなかつたりする。製造者のニーズによっては、外観上の異常は排除の原因とならない場合がある。これらの欠陥は、既存の検査装置のシステムでは識別が難しい。

ディープラーニングViDiを使用した検査装置の学習については、図表8～11を使って説明する。

ディープラーニングViDiの学習方法としては、①良品のみを学習させる方法と、②良品と不良品の両方を学習させる方法——の2つがある。

例としては、①の良品のみを学習する方法にて実施したものである。図表8は良品をいろいろな角度から撮像して、図表9は良品として学習させた。その後に図表10の不良品を撮像させた結果、図表11の不良として結果を出すことが可能である。②の不良品も学習させる場合は、不良の種類を学習させることにより不良の種類分けをすることも可能となる。

ただし人間と異なり、ディープラーニングに「完璧」を求めてしまうと判断をする精度が落ちてしまう可能性が高くなる。不思議であるが、学習させる材料が要求される限度を超えると“あいまいさ”がなくなり、従来の画像処理で行う判別と変わらなくなる。ここで必要なことは、あいまいであるこ

とを有効な判断基準とするべきということである(図表12)。

## 「人間の視覚が最善の選択」を生かす

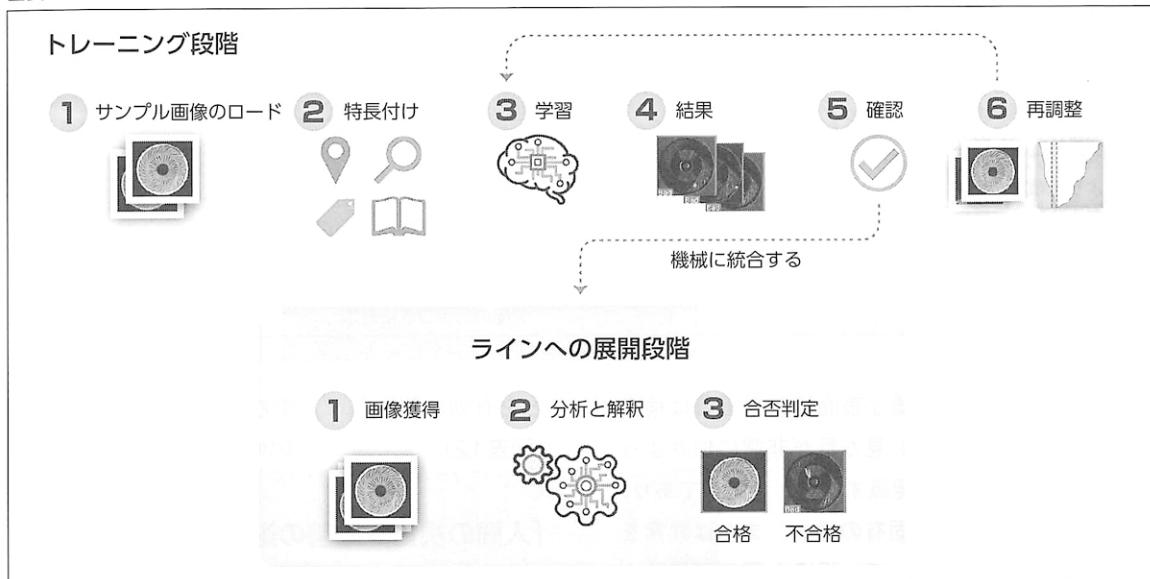
人間の目視による検査は、品質に影響を及ぼす可能性がある素材のバラツキを認識することや、微妙な外見上、および機能的な欠陥を識別することに長けている。情報の処理速度には限界があるものの、人間には“概念化”と“視覚化”に関する独特の能力が備わっており、先例から学習することに優れ、微妙な異常を見つけた場合、その中で重要なものを識別できる能力がある。

つまり、複雑で非構造的なものにおける定性的な判断が必要とされる場合、特に微妙な異常や予測不能な欠陥がある場合には、多くの場合、人間の視覚が最善の選択となる。

この、人間の持っている目視検査における利点を最大限に生かすことができるのが、ディープラーニング技術を画像処理技術と融合したコグネットワークス社の「VisionPro ViDi」の特徴である。ViDiは人間の検査員のように、素材の既知の特長や異常、分類を示すラベル付けされた画像により学習を行う。

複数な形状を持つ欠陥に対しては、有意ではあるが許容範囲内のバラツキなど、対象物の通常の外見を学習するように特徴付けをして学習モードで自身のトレーニングを行う。このような代表的

図表13●トレーニング段階(参考文献:コグネックス社「人工知能とマシンビジョンの融合」)



な学習した画像に基づき、ソフトウェアは基準モデルを作成する。学習モデルが予想通りの動作を行うまで、パラメータの調整、結果の確認、改善の実施という一定の過程を繰返す必要がある。

この間、ViDiは新たな画像セットからデータを抽出し、素材異常の抽出および分類を行う。図表13のような進め方でトレーニングを行い、システムは明瞭な欠陥を認識することを学習する。

ディープラーニングに基づく画像分析と従来の検査装置における画像処理技術は、お互いに補い合う技術であり、重なり合う部分もあれば、どちらかがほかより優れている場合もある。また、用途によっては両方の技術が必要となる。このバランスを考えて両方のメリットを生かしカスタマイズできるノウハウを持っているのが当社のZD-CFシリーズ検査装置である。



当社は、システムインテグレータとしてシート材専門の検査装置のシステム開発を30年間手掛けってきた。お客様の立場に立って何が必要なのか

を常に考えてハード面、ソフト面共に安心して末永く使っていただけるシステムの提案を心掛けている。検査装置としてAIを導入するのは、今までできなかつたことができるようになる可能性を秘めているからである。

これから導入される企業が増えていくのも事実である。検査装置システムを導入する場合、メーカーを選択する判断として大切なことは、検査装置の能力や光学系の蓄積(ノウハウ)、現場対応力(短時間での現場復旧)、日常のサポートであり、これらがすべてバランスよく持っていることが必要であると思う。そういう意味では当社も十分に選択肢の一社として加えていただきたい。

今月号の本誌で紹介した次世代シート材検査装置「ZD-CF」および「ZD-CFAI」は、まだ当社ウェブサイトに掲載が間に合っていない可能性があるが、問い合わせいただければ当社の営業担当よりご説明させていただくことができる。まずはウェブサイト(<https://www.frontier-s.co.jp/>)から問い合わせしていただきたい。



※)エンコーダ接続、IO接続によりケーブル長さが制限される場合がある