

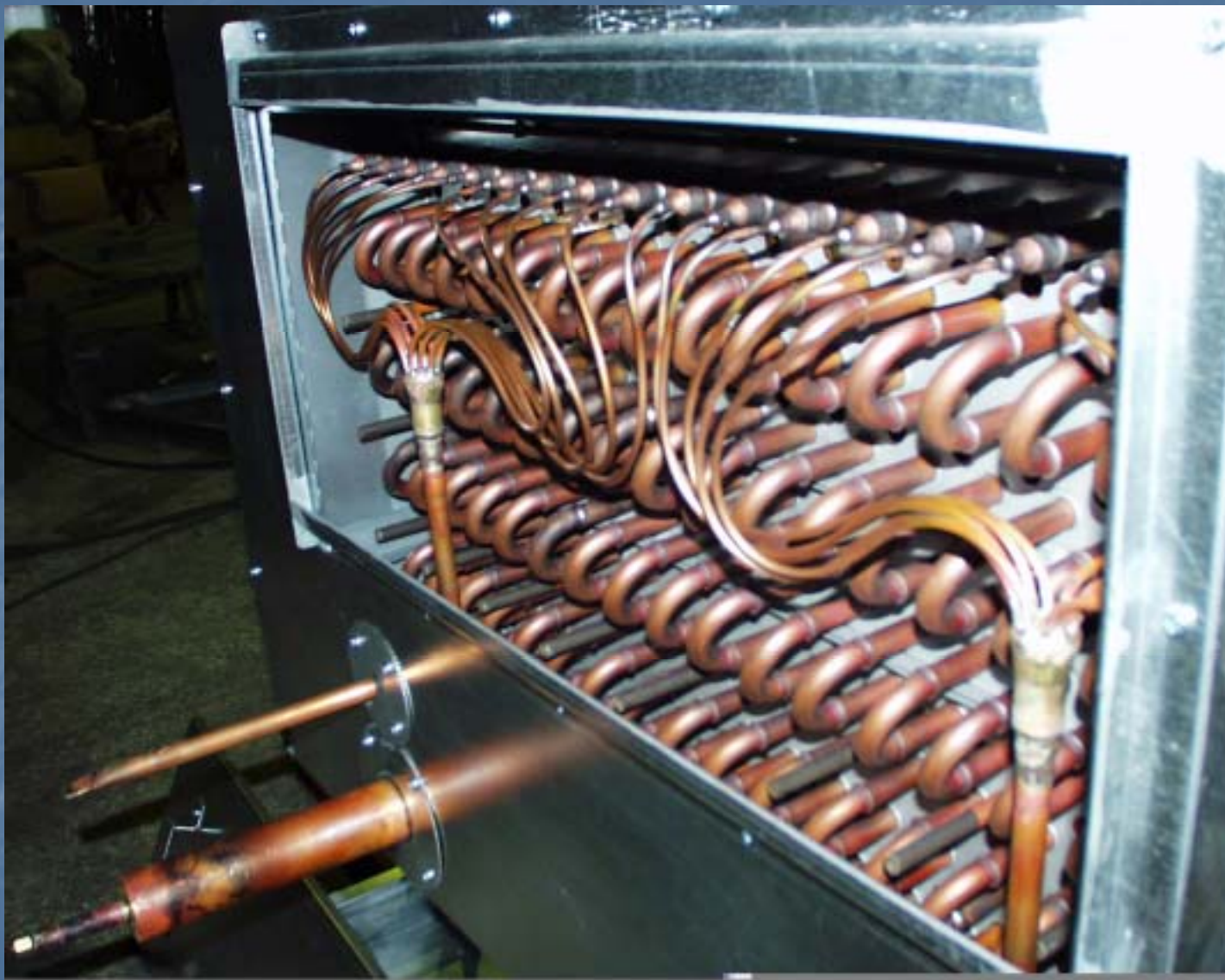
環境にやさしいコールドチェーン を支える冷凍システムとは

(冷凍システムの凝縮圧力の最適化制御と蒸発器における
小さい温度差による運用の有効性について)

ユニットクーラ(蒸発器)



ユニットクーラ分流通器



冷凍・冷蔵技術の現状

1. ユニットクーラにおける温度差TDを小さく運用することができない。

- ・大きな伝熱面積＝多回路への冷媒コントロール技術が確立されていない。
- ・沸騰熱伝達特性より伝熱面積の拡大が必要、回路数が増えることで一回路あたりの冷媒流量の減少、二相流冷媒の多回路への均等分流がさらに困難となる

2. 冷凍機の凝縮圧力を制限している。

- ・凝縮圧力を下げてしまうと冷媒液温度が下がり、分流器手前のガス量減少にともなう流体速度の低下し、冷媒分流が不均等になることで吸入圧力の低下、さらには液バック現象による冷凍機の損傷を防ぐため冷凍機メーカーは凝縮圧力制限を余儀なくされていた。

3. ユニットクーラ等の機器能力が正しく表示されていない。

- ・沸騰熱伝達を利用した伝熱作用にもかかわらず、温度差に比例した能力値が表示されている。このため小さい温度差での運用は不可能。

4. 自然冷媒が注目されているが、本質はランニングにおける炭酸ガス排出量の削減が重要である。

- ・NH₃とCO₂などの二次冷媒を使用したシステムが提案されているが、二度の熱交換が必要になるなど、効率面から忝でているとは言い難い。

経験則からの脱却

1. 理論的な解明による対応策の研究

1) 小さいTDでの運転

- ・ユニットクーラの冷凍能力を実測値に基づき数値化することで、小さい温度差の運転を実現した。

2) 低凝縮圧力での運転

- ・ユニットクーラにおける冷媒分流のノズルとチューブの能力を数値化することで少ない流量においての均等分流を可能にした。

2. システムおよび機器能力の数値化

- ・精度向上のための $\eta_{\max}$ Refrigeration system アルゴリズムを開発し、再現性かつ汎用性のあるシステム設計を可能にした。

3. 低凝縮圧力運転を行うために制御システムを開発

- ・ tk optimizer (凝縮圧力最適化デバイス) によるシステム能力の最適化を実現した。

新しい冷凍システムの開発 (1)

1. TD (庫内温度と蒸発温度の差) が小さい運転による効果

1) COPの向上

高い吸入圧力で運転を可能とすることで冷凍機単体のCOPを高く運用する。これは
冷凍機の選定において小型の冷凍機で大きな冷凍能力を得られる
(TD=15°CとTD=5°Cでは、例えば75kWから55kW冷凍機を選定できる)

2) 着霜抑制

冷凍能力減少を防ぎ、安定した運用が可能になる

3) デフロスト抑制

着霜抑制によりデフロスト抑制が可能
デフロスト熱漏洩による熱負荷上昇を抑制

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

新しい冷凍システムの開発 (1)

4) 収納製品の劣化防止

室温と製品温度との差が少ないことによる昇華抑制効果
昇華抑制による製品劣化現象である酸化を防止

5) 小さいTDによる使用温度範囲の拡大

二元冷凍領域で二段機の使用が可能となり、同時に-60℃の室温で
二元冷凍システム以上の高効率運転が可能

新しい冷凍システムの開発 (2)

2. 凝縮温度を低くした運転による効果

1) 低凝縮運転の効果

冷凍機

冷凍機の特性上、凝縮温度が低いと次の事が言える。

(同一蒸発温度における冷却能力および消費電力の関係)

冷却能力：凝縮温度が低いほど、冷凍能力が大きくなる（冷凍機の体積効率 η_v の向上、液温度低下により冷凍効果が大きくなる）

消費電力：凝縮温度が低いほど、冷凍機の運転入力（圧縮比の小さくなる）が小さくなる。

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8
	20.9	21.0	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6
	21.7	21.8	21.9	22.0	22.1	22.2	22.3	22.4
	22.5	22.6	22.7	22.8	22.9	23.0	23.1	23.2
	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.8	23.9	24.0
2	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5	24.6	24.7	24.8
	24.9	25.0	25.1	25.2	25.3	25.4	25.5	25.6
	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.4
	26.5	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2
	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0
3	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8
	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6
	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4
	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2
	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0
4	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8
	32.9	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6
	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4
	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2
	35.3	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0
5	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.8
	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6
	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4
	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1	39.2
	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0
6	40.1	40.2	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8
	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6
	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4
	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.1	43.2
	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0
7	44.1	44.2	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8
	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6
	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4
	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9	47.0	47.1	47.2
	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0
8	48.1	48.2	48.3	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8
	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6
	49.7	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4
	50.5	50.6	50.7	50.8	50.9	51.0	51.1	51.2
	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0
9	52.1	52.2	52.3	52.4	52.5	52.6	52.7	52.8
	52.9	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6
	53.7	53.8	53.9	54.0	54.1	54.2	54.3	54.4
	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	55.2
	55.3	55.4	55.5	55.6	55.7	55.8	55.9	56.0
10	56.1	56.2	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.8
	56.9	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.6
	57.7	57.8	57.9	58.0	58.1	58.2	58.3	58.4
	58.5	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	59.2
	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.8	59.9	60.0

【 η max Refrigeration System】について

Eta max Refrigeration System

■ 【emRS】によるシステム選定

- ・ 実際の運転状態を考慮したシミュレーションソフト
各装置の能力を数値化 (機器能力を網羅)
設置および使用状況の入力
アルゴリズムによる計算
- ・ シミュレーションソフトを使用してシステム選定を行う
冷凍機 / ユニットクーラ / 配管 / 弁 / ディストリビュータ
運転における詳細データも作成可能
熱負荷 / 冷凍能力 / 予想TD / デフ or 運転時間 / 電力量 / 単体COP等

【 tk optimizer 】 について (1)

■凝縮圧力最適化装置 (tk optimizer) による制御

[tk optimizer]の仕組み

- ・センサーによるシステム運転情報収集から最適凝縮圧力制御

S-1=膨張弁手前液温度

S-3=冷媒蒸発温度



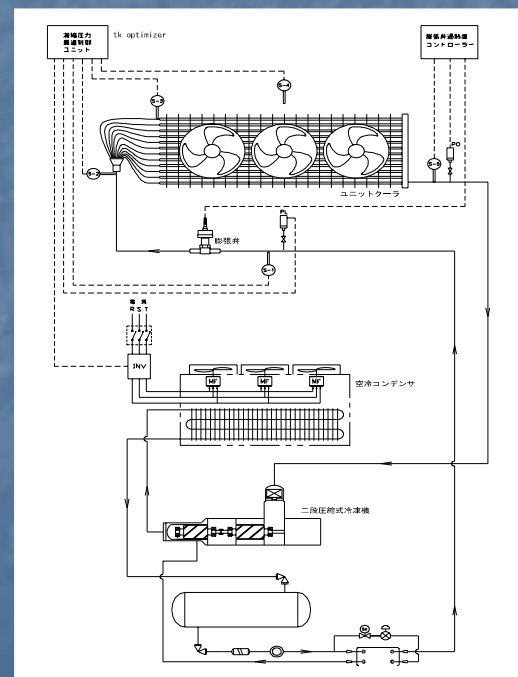
**この2点の情報から冷凍能力 Φ_0 を求め、
必要となる圧力降下量を演算する**



PI=膨張弁手前液圧力を実測し、演算結果の圧力値と比較し圧力制御装置へ出力する



戻る



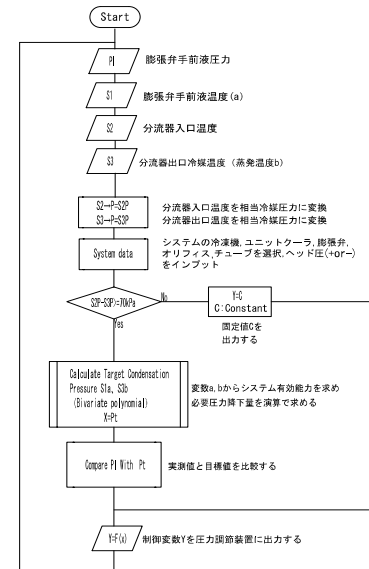
センサ取付け概要図

【 tk optimizer 】 について (2)

1. 収集データから冷凍能力を求める。
2. 液温度から二相流冷媒の分流器における圧力降下量を求める。
3. 分流可能かを算出し実測値と比較しながら、凝縮温度を積極的に下げて運用する。
(このときシステム条件により数値化されたデータを使用する)

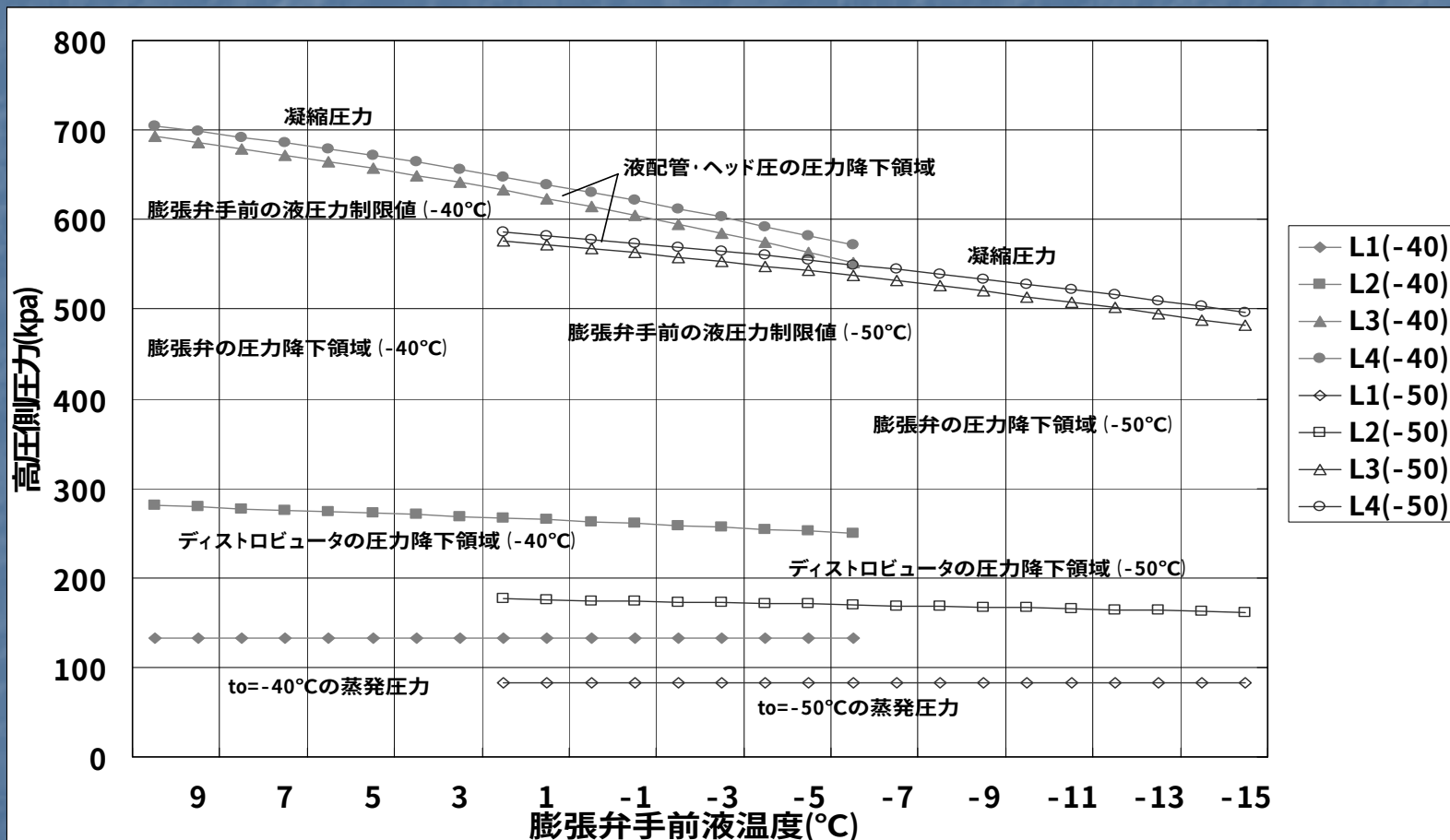
・コンデンサによる凝縮圧力制御
[空冷の場合]:
インバータによるファン回転制御

[水冷の場合]: 循環水量および水温調節



tk optimizer制御フローチャート

【 tk optimizer 】 について (3)



to=-40°Cと-50°Cの高圧側圧力降下を表した図

【 tk optimizer 】 について (4)

室温	−40℃	−30℃
外気温 (札幌1月の平均気温)	−4.1℃	−4.1℃
冷凍能力 Φ_o	79.1 kW	103.4 kW
蒸発温度(t_o) 相当圧力abs	−46.2℃ (100 kPa)	−38℃ (145 kPa)
液温度(t_l)	−13.3℃	− 2℃
ディストリビュータオリフィス	n−33	n−33
チューブ内径	4.826mm	4.826mm
チューブ長さ	800mm	800mm
回路数	24 (1/3台分)	24 (1/3台分)
オリフィス圧力降下	57 kPa	98 kPa
チューブ圧力降下	25 kPa	34 kPa
ディストリビュータ圧力降下の合計必要圧力降下量	82 kPa	132 kPa
膨張弁の圧力降下	426 kPa	532 kPa
液配管の圧力損失およびヘッド圧	13 kPa	20 kPa
凝縮圧力目標制御値 (絶対圧力)	621 kPa (abs)	829Pa (abs)

【emRS】の効果(実績1)

■ 【emRS】による凍結装置

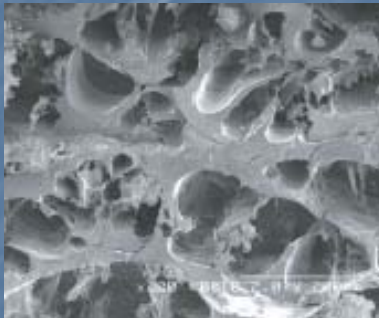
・急速凍結(エアブラスト方式)による製品の高品質化

最大氷結晶生成帯通過時間短縮により細胞破壊減少

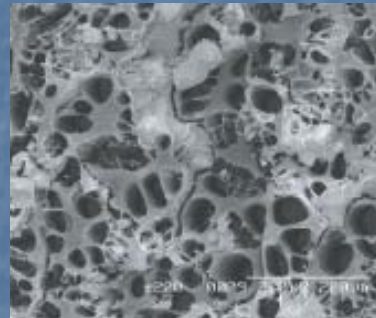
筋細胞の凍結像(マグロ)

※資料提供:北海道立食品加工研究センター

従来型凍結装置
(-38℃)



【emRS】による凍結装置
(-70℃)



※国土交通省北海道開発局による2006年度「北海道農水産品高度生産流通システム検討調査」において、新冷凍技術として参画し新しいコールドチェーンの一翼を担う装置として報告されました。

【emRS】の効果(実績2)

■ 【emRS】による冷凍装置

・運転実績比較表

設置場所	群馬県伊勢崎市	入庫品	凍結品
冷凍機	既存・新設共に三菱電機製	SFA-90A2	×4台
庫内温度	-31℃	冷媒	R22

	一般的な設備	本システム
収容トン数	12400トン	13100トン
ユニット側温度差TD	12～15℃	5～6℃
入出庫量	同一条件	同一条件
換気回数	同一条件	同一条件
デフロスト回数	5日に1度	30日に1度
年間総電力量比率	100	68

一般設備と本システムの運用実績を比較すると、デフロスト回数が1/6に減少し、
総電力量が**32%減少**した。

シミュレーションソフト (1)

■ [emRS] シミュレーションソフトの開発

- ・凝縮圧力最適化制御と小さいTDによる運用の個別の効果と技術的対応方法を構築することで、構成機器の能力表から関係するアルゴリズムを組み立て、定量的なシミュレーションの実行が可能となった。
- ・冷蔵庫の設計において負荷計算・機器選定・配管能力の平衡能力計算をおこなう設計支援と運用地における運転シミュレーションを同時に行うソフトウェアを開発した。(システム設計ソフト)
- ・運用地の月ごとの浸入熱と冷凍システム能力を時系列に算定し、当システムと一般的な設備の年間運転シミュレーションを行い、その効果を比較可能なソフトウェアを開発した。(ランニングコストシミュレーションソフト)

おわりに

- **【emRS】は、製品の高品質化および設備の省エネルギー化を実現する、新しい冷凍システムと言える。**
- **この技術は、機器の能力を数値化することで、あらゆる冷凍システムに応用が可能である。今後は、寒冷地におけるヒートポンプの開発が期待される。**
- **最後に、本システムの開発にあたり、低凝縮能力表や専用コンデンシングユニットの開発などご協力いただいた三菱電機(株)殿に深く感謝いたします。**