

冷蔵庫内の温度測定

～種々の条件による温度変化について～

西山 邦隆*・田中 夏海*

Temperature measurement in refrigerator

～Temperature change by various kinds of conditions～

Kunitaka NISHIYAMA*・Natsumi TANAKA*

Key words : 冷蔵庫 Refrigerator
温度測定 Temperature measurement
衛生管理 Hygiene control

はじめに

冷蔵庫（冷蔵・冷凍庫）は、食品の冷却、保存を主な目的とするが、食品の保存性はその庫内温度（冷却能力）に大きく関係する。

普通、庫内温度は、冷蔵庫は0～10℃、冷凍庫は-15℃に設定されており、食品の保存や食中毒予防のための細菌増殖抑制効果は、細菌の多くを占める中温菌は、10℃以下で増殖はかなり抑制され、5℃以下では発育が阻止できるとされている。冷蔵庫は使用上、頻繁に開閉されるのが一般的であり、冷蔵庫の使用状況によっては、庫内温度は常に10℃以下を保っていることは不可能なのではないかと考えられる。

そこで、一般家庭で使用されている冷蔵庫について、庫内温度（冷蔵室について）の現状を測定したので、若干の考察を加え、報告する。

I. 測定方法

1. 測定時期

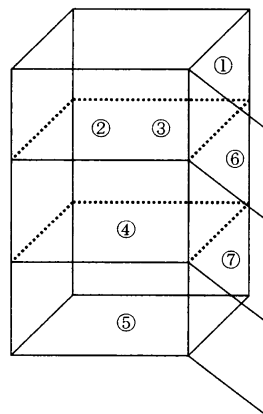
平成22年3月～11月の期間

2. 測定項目について

- 1) 日常使用状態における冷蔵庫内の温度測定
5家庭（対象A、対象B、対象C、対象D、対象E）で使用されている冷蔵庫（共に、上部冷蔵室、下部冷凍庫の2段式の一般

的なもので、冷蔵庫内は約200ℓ～250ℓの容量である）について、サーモクロンG※により、冷蔵庫内6ヵ所と室内気温

（右図参照：①室内気温②・③庫内上段④庫内下段⑤チルド室⑥扉上段⑦扉下段）の7ヵ所を、3月、5月、8月、3回について、2分間隔で2日間測定・記録した。



また、その際に、冷蔵庫開扉の時刻と開扉時間（秒）を記録紙に記入した。

※NKラボラトリーズ社製、超小型ボタンサイズ温度記録計

2) 冷蔵庫の扉の開放による庫内温度の上昇度の測定

庫内食品の収納率（0%、50%、80%：庫内容量に占める段ボール箱容量により設定）別に、冷蔵庫の扉の開放時間（10秒、20秒、30秒、40秒、50秒、60秒、90秒）により、その際の庫内温度の上昇度、そして、開前温度に戻るまでの時間をデジタル温度計※によ

*東北女子大学

り測定した。

※使用測定機器：ANDデジタルThermometer
とDELTAデジタルThermometer（共に
0.1℃範囲）

II. 測定結果

1) 日常使用状態における冷蔵庫内の温度測定 について

表1に日常使用状態における冷蔵庫内の温度測定結果と参考として対象Bの測定値を、図1、図2、図3を季節毎（3月、5月、8月）に示した。

表1によると3月においては、5つの対象家庭中2つの家庭（対象B、対象C；図1－2参照）で10℃以上の温度上昇がみられた。どちらも扉で得られた結果である。室内気温の温度高低差が大きい対象B（図1参照）では、室内気温の低下とともに庫内温度も低下しているが、対象Aにおいては室内気温の低下による庫内温度の低下は見られず、反対に温度上昇が見られた。各対象家庭で冷蔵庫の使用状況は違うが、3月の測定結果において日常生活の使用状況による激しい温度変化は見られず、10℃以上の温度記録がみられても長く続くのではなく短時間である。

同表より5月においては、5つの対象家庭中4つ（対象A、対象B、対象D、対象E、図2参照）で10℃以上の温度上昇がみられた。その測定箇所は3月同様に扉側で、対象Dでは庫内上段でも10℃以上の温度上昇が見られた。全体的に3月と比べて2～3℃程、庫内温度は高くなっている。対象Bの庫内下段では、3月と5月を比較しておよそ10℃の温度上昇が得られ、最も温度差がみられた。しかしその結果は、冷蔵庫の収納率やサーモクロンの配置場所によっても変わり、その前後をみても結果が一定であることから、開閉による温度上昇ではないと思われる。

同表より8月においては、5つの対象家庭中全ての家庭（対象B、図3参照）で10℃

表1 日常使用状態における冷蔵庫内の温度測定
結果一覧【3月～8月】

【3月】	外気	上段①	上段②	下段	チルド	扉①	扉②	
対象A	平均	19.0	1.5	2.0	5.1	2.8	-0.2	3.5
	最大値	22.0	6.5	5.0	7.5	5.5	6.0	6.5
	最小値	12.0	-2.5	-0.5	3.0	1.0	-5.0	1.5
対象B	平均	16.0	3.3	3.7	-0.5	1.5	6.9	7.3
	最大値	25.5	9.0	5.5	4.5	4.5	10.0	10.0
	最小値	8.5	2.0	2.5	-6.0	-0.5	4.5	5.0
対象C	平均	23.6	5.3	4.9	2.2	1.5	6.2	7.3
	最大値	28.0	9.0	8.0	5.0	5.0	10.5	9.5
	最小値	18.5	2.0	2.5	-0.5	-2.0	2.0	5.0
対象D	平均	20.2	4.3	4.4	3.9	3.8	6.0	5.8
	最大値	28.0	7.5	6.5	5.5	6.0	8.0	7.0
	最小値	12.5	2.0	3.0	2.5	1.5	5.0	5.0
対象E	平均	20.7	5.7	4.7	1.1	1.7	7.4	6.9
	最大値	25.5	7.0	6.5	5.0	3.0	9.0	8.5
	最小値	16.5	4.5	3.0	-3.0	0.0	6.5	5.5
【5月】	外気	上段①	上段②	下段	チルド	扉①	扉②	
対象A	平均	23.3	1.3	4.1	6.6	3.8	5.4	4.6
	最大値	27.0	9.0	8.0	8.0	6.5	11.5	7.5
	最小値	19.0	-2.5	1.5	3.5	2.5	-1.0	2.5
対象B	平均	19.2	4.8	5.4	2.9	6.2	7.9	7.8
	最大値	26.0	9.0	8.0	7.0	8.0	10.5	9.5
	最小値	15.0	1.5	4.0	-1.0	4.5	5.0	5.5
対象C	平均	24.5	4.9	5.1	3.4	2.3	6.7	7.2
	最大値	27.5	8.5	8.5	5.0	6.0	8.5	9.0
	最小値	20.5	2.0	2.5	1.5	-0.5	5.0	6.0
対象D	平均	24.3	6.4	5.9	5.8	4.9	8.1	7.4
	最大値	30.5	10.5	9.0	8.0	6.5	12.0	10.5
	最小値	19.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.5	6.5
対象E	平均	22.3	4.4	3.7	0.9	0.5	7.1	7.5
	最大値	26.0	6.5	6.0	3.0	3.0	9.5	10.5
	最小値	17.5	3.5	2.5	-3.5	-1.5	6.0	6.0
【8月】	外気	上段①	上段②	下段	チルド	扉①	扉②	
対象A	平均	29.3	10.8	9.8	6.0	3.0	9.1	無
	最大値	32.0	13.5	13.5	11.5	9.5	13.0	無
	最小値	25.0	8.5	6.0	4.5	-2.5	5.0	無
対象B	平均	29.2	5.0	5.6	5.7	-8.9	11.3	10.9
	最大値	32.0	6.5	7.0	8.0	4.5	16.5	13.5
	最小値	27.5	3.5	4.0	4.5	-12.0	9.0	9.0
対象C	平均	26.3	1.7	3.7	2.6	2.1	8.5	7.0
	最大値	28.0	7.5	10.0	7.5	6.5	11.5	12.0
	最小値	25.5	-3.5	0.0	0.0	0.0	7.0	4.0
対象D	平均	29.5	7.9	6.9	5.3	6.0	10.3	7.3
	最大値	33.5	13.0	11.5	9.0	7.0	14.5	13.5
	最小値	26.0	6.0	4.5	2.5	4.5	8.5	5.5
対象E	平均	32.5	-0.8	0.1	0.4	2.5	2.7	7.3
	最大値	37.5	5.5	2.5	8.0	6.5	9.5	11.0
	最小値	26.0	-5.0	-1.0	-3.0	-0.5	-2.0	5.5

以上の温度上昇がみられた。5月までは扉側のみ10℃以上の温度結果が得られたが、8月は2つの家庭（対象C、対象D）で扉側以

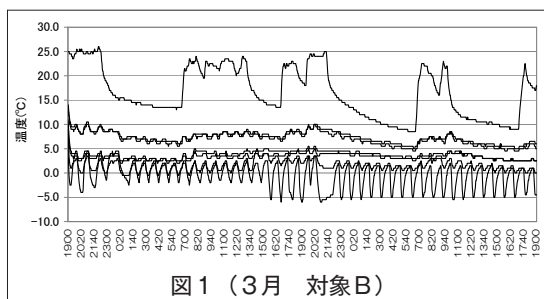


図1 (3月 対象B)

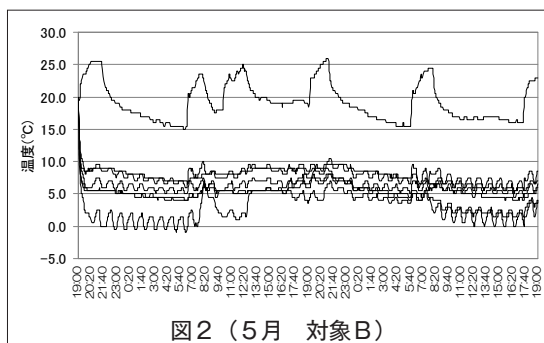


図2 (5月 対象B)

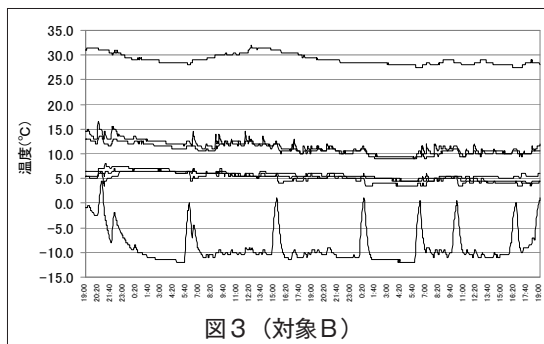


図3 (対象B)

外の庫内上段でも 10℃以上の結果がみられた。特に対象 A では庫内上段が継続的に 10℃以上にある時間が多くみられ、この状態が何日間も続くとすると食品の品質低下が心配される。

また、同表より、測定結果の平均値・最大値・最小値を 3月、8月で比べてみると、3月全体の室内気温平均は 19.9℃、8月では 29.4℃と 10℃近い差がある。室内気温の上昇に伴い、ほとんどの庫内温度の平均値・最大値・最小値は上昇している。最大値においては、月毎の 5つの対象家庭の測定箇所 25カ所（室内気温と温度設定が庫内温度と

異なるチルド室を除く）で、3月に 10℃以上を記録したのは 3カ所、8月に 10℃以上を記録したのは 14カ所である。8月では扉側において最大値 16.5℃を記録している。扉側だけでなく、庫内上段でも最大値 13.5℃の記録が得られた。また、大抵 -2℃～5℃に温度設定されているチルド室においては最大値 9.5℃、他の対象家庭では最小値 4.5℃、最大値 7.0℃という結果が得られた。チルド室は、肉や魚など生ものを収納する機会が多いが、他の食品よりデリケートな食品を収納するチルド室において上記のような高温の測定結果が得られたことは驚きである。そして、扉側（測定箇所）の最小値では 7℃～9℃という高い数値が計 9カ所のうち 4カ所で得られた。

この全ての表図から、まず冷蔵庫内は一定の温度を維持するのではなく、モーターの稼働と停止により温度の上昇と下降を繰り返していることが分かる。対象、月、測定場所によってその温度幅や間隔には違いがあるが、全体として、室内気温を除く 6つの測定箇所において、最も温度が高い傾向にあるのは扉の 2箇所、それについて、庫内上段、庫内下段・チルド室と続く結果が多く見られた。

2) 冷蔵庫の扉の開放による庫内温度の上昇度の測定について

表 2 に、各々庫内収納率 0%時、扉の開放角度 45、90 度、庫内収納率 50%時、開閉度 45、90 度、庫内収納率 80%時、開閉度 45、90 度における庫内、扉内収納場所における 10 秒、20 秒、30 秒、40 秒、50 秒、60 秒、90 秒開時の庫内温度の上昇と、その後（扉を閉めた）の温度の回復（開閉による温度がもとに戻るまでの時間）の変化を示した。また、表 2 に結果を図 4、5、6 に（但し、庫内温度のみについて）示した。図は、

収納率 0%…1	50%…2	80%…3
開放角度 45度…1	90度…2	

として、例えば、図 4 - 1 - 1 は、収納率

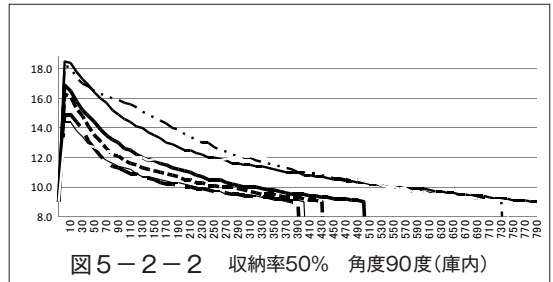
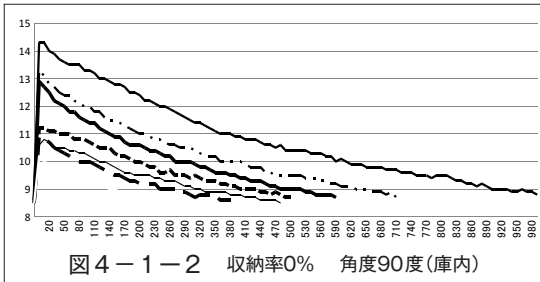
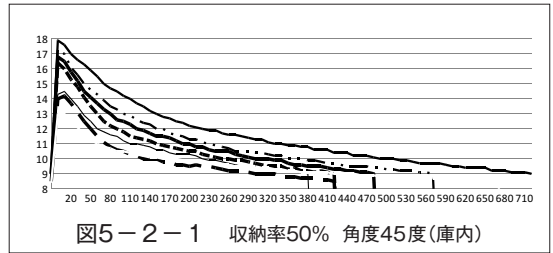
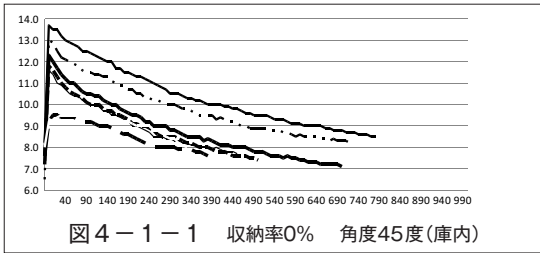
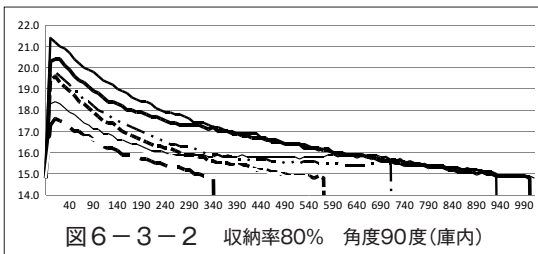
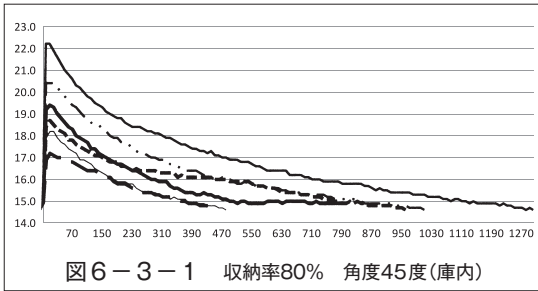


表2 開閉による庫内温度の上昇度の測定 結果一覧

庫内					庫外				
【収納率0% 開放角度45度】					【収納率0% 開放角度45度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	8.0	9.5	1.5	330	10秒	8.5	13.4	4.9	330
20秒	8.0	9.5	1.5	250	20秒	8.0	13.0	5.0	230
30秒	7.6	11.6	4.0	460	30秒	7.0	13.5	6.5	460
40秒	7.4	11.8	4.4	500	40秒	7.0	15.0	8.0	420
50秒	7.2	12.3	5.1	650	50秒	6.8	13.7	6.9	測定不可
60秒	8.2	13.0	4.8	測定不可	60秒	9.8	23.5	13.7	440
90秒	8.2	13.7	5.5	780	90秒	8.9	25.0	16.1	測定不可
【収納率0% 開放角度45度】					【収納率0% 開放角度45度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	8.5	10.2	1.7	230	10秒	9.7	17.7	8.0	230
20秒	8.5	10.9	2.4	390	20秒	9.7	17.1	7.4	330
30秒	8.5	10.8	2.3	480	30秒	9.5	19.3	9.8	480
40秒	8.6	11.2	2.6	510	40秒	9.5	18.5	9.0	500
50秒	8.6	12.9	4.3	590	50秒	9.5	18.7	9.2	590
60秒	8.7	13.3	4.6	710	60秒	9.7	18.7	9.0	710
90秒	8.8	14.3	5.5	990	90秒	9.7	21.1	11.4	1000
【収納率50% 開放角度45度】					【収納率50% 開放角度45度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	8.4	13.0	4.6	670	10秒	14.0	21.4	7.4	430
20秒	8.5	14.2	5.7	420	20秒	14.0	24.0	10.0	測定不可
30秒	9.0	14.5	5.5	380	30秒	14.0	21.0	7.0	350
40秒	9.0	16.4	7.4	420	40秒	14.0	20.3	6.3	430
50秒	9.0	16.8	7.8	480	50秒	14.0	20.3	6.3	540
60秒	9.0	17.3	8.3	570	60秒	14.0	20.8	6.8	650
90秒	8.8	17.9	9.1	780	90秒	14.0	25.0	11.0	770
【収納率50% 開放角度90度】					【収納率50% 開放角度90度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	9.0	13.3	4.3	740	10秒	14.0	19.5	5.5	720
20秒	9.0	14.9	5.9	390	20秒	14.0	19.8	5.8	390
30秒	9.0	14.4	5.4	400	30秒	14.0	21.5	7.5	370
40秒	9.0	16.3	7.3	430	40秒	14.0	20.8	6.8	470
50秒	9.0	16.9	7.9	500	50秒	14.0	21.0	7.0	570
60秒	9.0	18.2	9.2	730	60秒	14.0	23.0	9.0	790
90秒	9.0	18.5	9.5	780	90秒	14.0	22.2	8.2	830
【収納率80% 開放角度45度】					【収納率80% 開放角度45度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	14.6	15.2	0.6	120	10秒	16.0	22.2	6.2	測定不可
20秒	14.6	17.2	2.6	450	20秒	17.4	24.0	6.6	320
30秒	14.6	18.2	3.6	480	30秒	16.8	24.2	7.4	430
40秒	14.6	18.7	4.1	960	40秒	16.8	25.1	8.3	980
50秒	14.6	19.4	4.8	測定不可	50秒	16.8	25.8	9.0	測定不可
60秒	14.6	20.4	5.8	1010	60秒	16.8	26.3	9.5	1010
90秒	14.6	22.2	7.6	1300	90秒	16.8	26.6	9.8	1300
【収納率80% 開放角度90度】					【収納率80% 開放角度90度】				
開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)	開放時間	開放前	最高温度	上昇度	戻るまでの時間(秒)
10秒	14.8	16.9	2.1	540	10秒	16.8	21.8	5.0	570
20秒	14.8	17.6	2.8	340	20秒	16.8	23.9	7.1	340
30秒	14.8	18.3	3.5	1010	30秒	16.8	25.2	8.4	1090
40秒	14.8	19.6	4.8	570	40秒	16.8	25.5	8.7	500
50秒	14.8	20.4	5.6	1000	50秒	17.0	25.9	8.9	980
60秒	14.8	19.8	5.0	測定不可	60秒	17.0	25.0	8.0	測定不可
90秒	15.0	21.4	6.4	930	90秒	17.0	24.6	7.6	900



0%、開放角度45度という事を表している。

これらを見ると、収納率、開閉角度に関係なく、庫内と扉では温度の回復（元の温度に戻るまで）の温度変化に特徴があることが分かった。すなわち、庫内は温度上昇が頂点に達し、なだらかに温度が戻っていくのに対して（図4-1-1、図4-1-2、図5-2-1、図5-2-2、図6-3-1、図6-3-2参照）、扉は温度が頂点に達してから（扉を閉めてから）急激に温度低下し、その後時間をかけて元の温度へ回復している。結果の中には、温度の回復途中で温度上昇をし始め、元の温度まで下がりきらなかったものもあり、それについては測定不可という結果とした（表2参照）。また、ところどころ、比較的短い時間の開放時間でも長時間の回復時間が必要であったものもある。総じて、ほとんどのものは、開放時間が長いほど回復時間も長くなっている傾向にある。

表2をみると、庫内における開放時の温度は、収納率0%と50%で違いは少なく、収納率80%になると、急激に庫内温度は高くなる。また、開放角度の違いでは、庫内においては同じ収納率で開放角度45度、90度を

比較しても上昇度に大きな差はみられなかった。同様に回復時間についても、開放角度による差はあまりみられない。

同表より収納率0%で開放角度90度時の開放時間10秒では1.5°C庫内温度は上昇し、もとの温度への回復時間は230秒（3分50秒）である。同条件の開放時間90秒では、5.5°C庫内温度が上昇し、もとの温度への回復時間は990秒（16分30秒）であった。これより1°Cの温度低下に必要な時間は153（2分33秒）～180秒（3分）である。また収納率80%で開放角度45度時の開放時間10秒では、0.6°C庫内温度は上昇し、その回復時間は120秒（2分）である。同条件開放時間90秒では、7.6°Cの上昇がみられ、回復時間は1,300秒（21分40秒）である。これより、1°Cの温度低下に必要な時間は、171秒（2分51秒）～200秒（3分20秒）であることがいえる。

同表より扉においては、どの条件下でも庫内より最高気温・上昇度が高い傾向にあり、上昇度については同条件の庫内上昇度と比較して最大10.6度上昇している結果が得られた。しかし、回復時間は庫内のものとそれ程大きな差はなく、扉側の全42回の回復時間の測定のうち測定不可だった6回分を除くと、最大80秒の回復時間の増加（表2 収納率50%開放角度45度、開放時間50秒時、60秒時参照）がみられた。

同表より、室内気温の影響を受けやすい扉において、収納率、開放角度、上昇度の関係をもてみると、収納率0%では開放角度による上昇度の差は最大4.7°C、収納率50%では最大4.2°C、収納率80%では2.2°Cという結果が得られた。

なお、5家族の冷蔵庫の開放時間は、最大210秒、最小1秒、平均13秒という結果であった。

Ⅲ. 考察

食品衛生指導員巡回指導マニュアルV冷蔵庫・冷凍庫の衛生管理〔1〕低温と微生物で¹⁾、

○低温菌：0～35℃で繁殖、土壌中、淡水中、海水中に存在する腐敗細菌で、シュウドモナス属が代表的。

○中温菌：食中毒菌は中温菌（30～40℃）。5℃以下では発育せず。例外としてエルシニア・エンテロコリチカやE型ボツリヌス菌、一部の腸炎ビブリオは3℃以下で発育若しくは毒素を産生する。

○高温菌：45～60℃が生育最適温度帯と言われ、缶詰腐敗菌（クロストジウムやバチルス系）が代表的と報告され、図7¹⁾も示されている。

また、細菌の増殖と温度の関係は、低温微生物、中温微生物、高温微生物で異なるが、ほとんどの腐敗細菌、病理菌、食中毒細菌が属するのが中温細菌であり、増殖の最低温度は5～10℃である（図8参照²⁾）。また、桑原³⁾の冷蔵庫の食品保管一特に微生物学的観点から一によると、食中毒細菌の発育と毒素の発生のみられる最低温度では、ブドウ球菌では18℃、ボツリヌス菌では10℃となっている。但し、食品で微生物の発育が認められる最低温度では表3³⁾のようになっている（Michener&Elliot）。そして、中温細菌の発育に及ぼす温度の影響が報告されており、10℃を超えると世代時間は急激に短縮する（Ingraham & Stokes）³⁾。

そこで冷蔵庫内は実際にはどのような温度になっているのかということであるが、冷蔵庫のドアを開閉した回数により、庫内温度がどのように変化するかを、調理場において、急速冷蔵庫と一般業務用冷蔵庫で測定した鈴木⁴⁾の実験によると、図9に示されているように、ダイヤル1（弱）設定において、一般業務用冷蔵庫のほうが、急速冷蔵庫と比較して外気温（30℃）の影響を受けやすく、業務用冷蔵庫では、ドアをオープン（15秒間／10分毎）すると急激に庫内温度が上昇し、上昇幅5～9℃が認められている。さらに、ダイヤル8（強）に設定した場合、図10⁴⁾

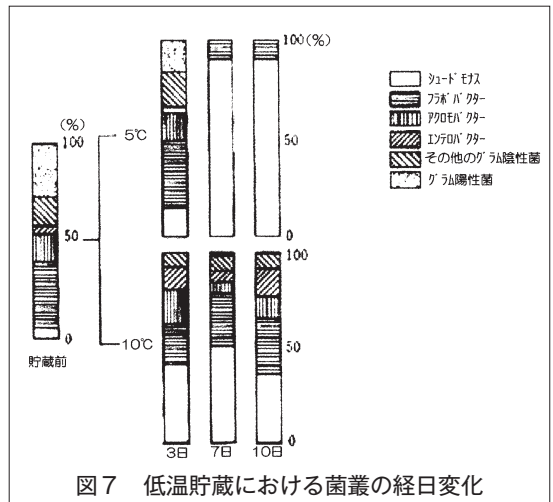


図7 低温貯蔵における菌叢の経日変化

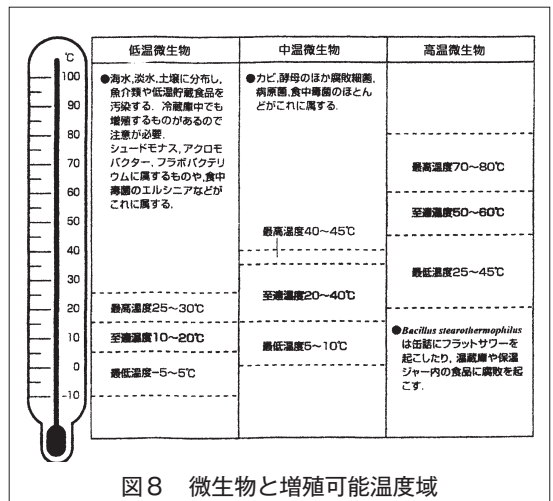


図8 微生物と増殖可能温度域

表3 食中毒細菌の発育と毒素生産のみられる最低温度

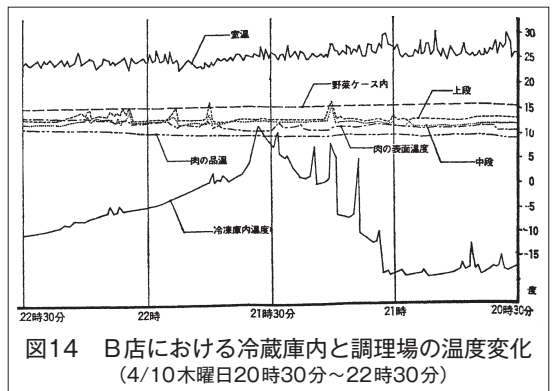
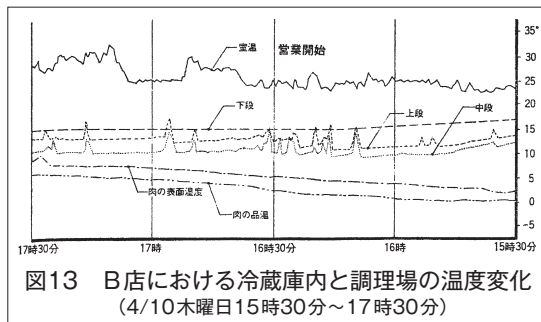
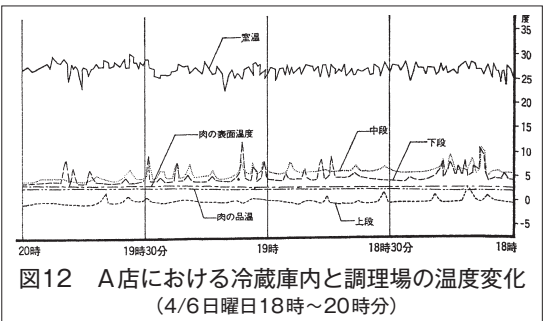
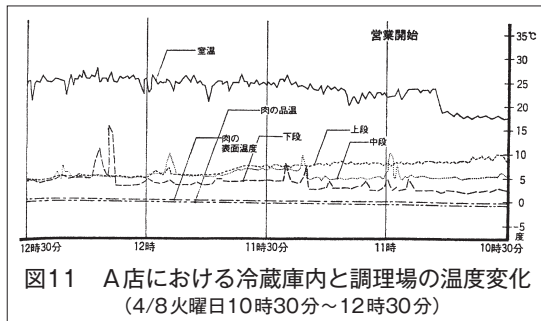
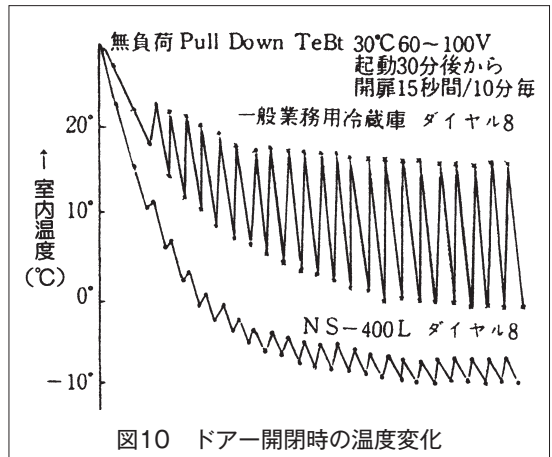
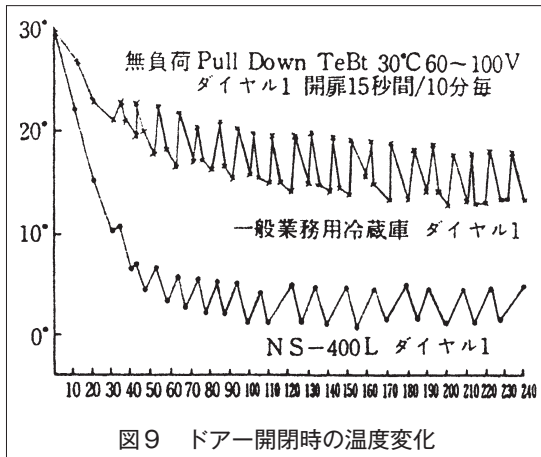
菌名	発育	毒素生産
ブドウ球菌	6.7℃	18℃
サルモネラ菌	6.7℃	
ボツリヌス菌	A型	10℃
	B型	10℃
	C型	15℃
	E型	3.3℃

Michener & Elliot (1964)

に示したが、一般業務用冷蔵庫では、上昇庫内温度幅が18℃近く認められ、0℃まで冷却されていてもドアをオープンすると18℃まで上昇し、閉じると比較的短時間に庫内温度は低下する。急速冷蔵庫ではダイヤル1の場合より庫内温度幅は小さく、3℃であった。但し、これらの測定は冷蔵庫内を空にしての場合であり、調理場内の環境温・湿度を上昇させたり、食品を満杯にして行ったりしたケースでは、庫内温度は扉の開閉によ

り、上昇幅は大きくなることが予想されるとしている。

また、鈴木⁵⁾の、冷蔵庫をフルにいかそうーその正しい取り扱いと衛生についてーによると、ドアの開閉によって室温18℃の場合、10秒開くとだいたい庫内温度は5℃上昇し、室温30℃の場合、10℃以上も上昇するといわれているので、なるべく開く時間を短くし、頻度も少なくするような工夫が望まれる。同文献で引用⁶⁾した、飲



食店二店を4日ずつ測定している結果を図11、12、13、14に示した。即ち、A店(図11、12)では、冷蔵庫上段、中段、下段または、野菜ケース上段に置いた肉の品温と表面温度は比較的温度上昇が少ないのは、冷却力によるものでもあるが、ドアが上中下段に分かれていることが大きいとしている。そして、ほとんど5℃以下になっており、忙しい時間帯であってもめったに10℃を超すことはなかった。但し、この測定は4月初めであり、夏に向かってはもう少し開閉に注意したり、詰め方を工夫する必要があるとしている。一方、B店(図13、14)では、家庭用の2ドア式の冷凍冷蔵庫(容量両方で269ℓ)で、上段には肉やレバー、中段には肉、餃子のたね、野菜ケースには野菜が、ビールなどの飲料はクーラーに入られていた。図13には、庫内温度がほとんど10℃以上のため、0℃で入れた肉が2時間で5℃、4時間経つと10℃にもなっている。一度ドアを開くと3～6分経たないと、もとの温度にもどらない。同図の上段が中段よりも温度が高いのは、このとき上段には肉がたくさんあり、その下の測定点があり、中段は通気が良い状態の場所にあったためであり、これによっても通気の部分を十分にとる必要があるとしている。

ひでのやエコライフ研究所の鈴木の⁷⁾、冷蔵庫

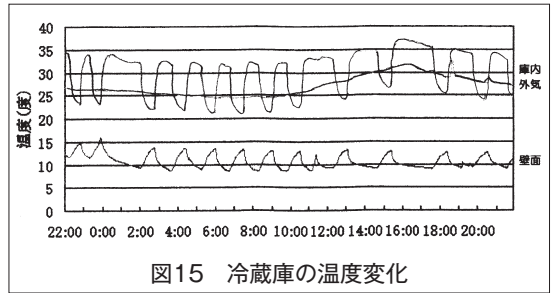


図15 冷蔵庫の温度変化

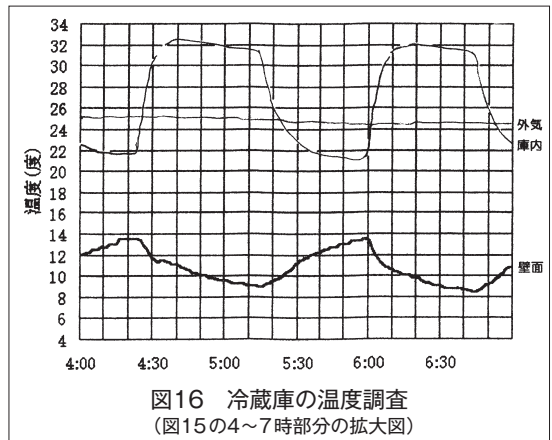


図16 冷蔵庫の温度調査
(図15の4～7時部分の拡大図)

の温度調査によると、庫内、側面、外気の3カ所について測定し、結果は表4と図15に(この図の4:00～7:00の部分拡大したのが図16)示したが、庫内温度は最小8.7℃、最大15.0℃となっている。

表4 冷蔵庫の温度調査結果

モーター停止					モーター稼働					稼働割合
時刻	庫内	外気	壁面	停止時間	時刻	庫内	外気	壁面	稼働時間	
	度	度	度	分		度	度	度	分	
22:13	12.0	26.7	34.4	37	22:50	14.4	26.3	23.3	28	43%
23:18	11.8	26.3	34.0	36	23:54	15.0	26.1	23.2	125	78%
1:59	9.4	25.9	32.2	46	2:45	13.5	25.5	22.0	53	54%
3:38	8.9	25.4	32.0	46	4:24	13.4	25.1	21.7	50	52%
5:14	9.1	25.0	31.5	45	5:59	13.2	24.5	21.1	45	50%
6:44	8.7	24.6	31.5	47	7:31	13.1	24.4	21.2	44	48%
8:15	8.7	24.7	31.7	46	9:01	12.9	24.4	21.3	45	49%
9:46	8.7	25.0	32.2	46	10:32	12.9	25.5	22.1	107	70%
12:19	9.2	27.6	33.0	44	13:03	13.0	28.1	23.7	94	68%
14:37	9.0	30.1	34.6	45	15:22	12.6	30.9	26.4	133	75%
17:35	9.0	30.4	35.7	47	18:22	12.4	28.9	25.4	84	64%
19:46	9.7	28.3	33.8	45	20:31	12.5	27.6	23.8	61	58%
21:32	9.2	27.4	33.5							

表1をもとに今回の著者が測定した結果と比較すると、8月対象Aの測定結果では、庫内上段で最小値8.5℃、最大値13.5℃となり、最小値は文献の値と近い結果が得られた。最大値については文献よりも1.5℃低い結果であるが、10℃以上を超えているという実態は食品の品質保持に影響を与えると見てよいだろう。本実態調査でもっとも高い値は8月対象Bの扉側で最小値9.0℃、最大値16.5℃であり、ほぼ10℃以上の温度を維持しているということは問題視しなければならない。というのは、扉に生ものである卵を収納する冷蔵庫の形式が多いことから、長期間の保存による品質低下の恐れが高まるからである。

庫内を庫内上段・下段・チルド室と考えた時、最も日常使用状態で温度が高い傾向にあるのは庫内上段であり、ついで庫内下段、チルド室と続く。チルド室においては庫内温度とは別に温度が-2℃~5℃の範囲内に設定されているが、表1より8月の対象Dの測定結果では最小値4.5℃、最大値7.0℃と予想を超える高い数値が記録された。チルド室には肉や魚などの生鮮食品をはじめ、場合によってケーキなど賞味期限が短いものなどを収納することが多い中、このように設定範囲を超えるに近い温度であることも、品質低下の恐れが高まる要因となるだろう。一方で同表対象Bのチルド室は最小値-12.0℃などチルド保存の域を超えた低温度を記録している。使用者に話を聞いたところ、生鮮食品が冷蔵、チルド保存を通り越して凍結していることもあるという。そのため、調理をするにあたって解凍の工程が増えてしまったりと、食品の衛生に関しては問題とならないが、低温度（食品の凍結）による品質の低下や使用者への負担となる場合もあることが分かった。

上記した鈴木⁵⁾、鈴木⁷⁾の報告によると、開閉によって室温18℃の場合、10秒開くとだいたいの庫内温度は5℃上昇し、室温30℃の場合、10℃以上も上昇するといわれているので、なるべく開く時間を短くし、頻度も少なくするような工夫が望まれる。とあるが、本調査では、表2より収納率0%で10秒の開放によって庫内温度は

1.6℃上昇し、収納率50%では4.5℃、収納率80%では1.4℃の上昇と、収納率で違いはあるが、10℃以上の庫内温度の上昇はみられなかった。庫内においては90秒の開放時間でも上昇温度が10℃以上になることはなく、先の鈴木⁷⁾の報告とは大きく差がある。これについては本調査では食品ではなく箱を用いて収納率を調整したことで、庫内温度が日常使用状態よりやや高い状態で実験を行ったため上昇度が低くなったのではと考えられる。よって、食品が入っている日常使用状態においては本調査の結果よりも開閉による庫内温度の上昇度は高いと考えられ、回復時間についても長くなるのではと予想される。どの結果⁸⁾からみても開放時間が長くなればなるほど上昇度も高くなり回復時間も長くなるので、使用者は扉を開く時間をなるべく短くする工夫は必要であると考ええる。

要するに、冷蔵庫の管理については、先述したように種々述べられているが、冷蔵庫は低温で食品を保管し、細菌などの微生物の増殖を遅らせ、食品の新鮮さを保つための器具であるが、ほとんどの微生物（細菌）は温度が低くなると増殖力は急激に衰え、細菌の大部分は零度では増殖しない。しかし、10℃くらいの温度では除菌に増え続け、食品を変質させる。冷蔵庫内では腐敗菌や食中毒菌は死滅するわけではなく、一時活動を停止し、静菌状態にあるにすぎない。微生物の増殖の主要条件である温度、水分、栄養およびpH域のうち、冷蔵庫はこの温度条件を阻害して微生物の増殖を抑制しているだけにすぎない。

阿部⁹⁾による「捨てた食べ物」を調査したところ、ほとんどの人は管理さえあたりまえならば食べられたはずのものを捨てているという結果が出て、その理由の第一は「冷蔵庫に収納中腐った」ということである。この結果から、まるで冷蔵庫は食品を保存するという機能どころか、食品を捨てるといった無駄をしていることになる。

しかも、食品を捨てた理由の上位5位（表5参照⁹⁾）までが冷蔵庫にかかわるものであるから、これは冷蔵庫の正常な活用どころか、冷蔵庫機能

表5 捨てた理由と捨てたもの(495人中)

順位	捨てた理由	主に捨てたもの	人数
1	冷蔵庫において腐った	キュウリ、豆腐、ハム ソーセージ、キャベツ、豚肉	224
2	しまい忘れた	干物、かんぴょう、きな粉 乾麺、強力粉	150
3	保存期間不詳、不安になった	かまぼこ、缶詰、ちくわ、ハム ソーセージ、サラダ	142
4	冷蔵庫に入れず、味が落ちた	サラダ、焼き魚、煮物、煮豆 おひたし、牛乳	128
5	冷蔵庫に入れておいて、カビが生えた	トマトビュレ、チーズ かまぼこ、油揚げ、ベーコン	118
6	買ったとき、すでにいたんでいた	イチゴ、リンゴ、メロン ミカン	108
7	大事にとっておき、だめにした	生クリーム、イクラ、カズノコ 筋子、ウニ	92
8	つくりすぎた	カレー、サラダ、煮物 スープ、シチュー	90
9	頂き物で嗜好に合わない	漬け物、魚の粕づけ、佃煮 (ふき)、塩辛	74
10	バック入りや、一山盛りが必要量より多い	キュウリ、椎茸、ナス、 サツマイモ、キャベツ	72
11	予定していた人数より減った	煮物、煮魚、グラタン、さしみ サラダ、シチュー	64
12	特売で多く買いすぎた	生椎茸、ほうれん草、にんじん レタス、蒔	58
13	調理法がわからない	ウドの皮、セロリの葉、ワラビ 地方の特産物	36
14	輸入品でラベルが読めない	ジャム	6
15	味付け調理に失敗	卵焼き、マヨネーズ	6
16	その他		2

を過信した「冷蔵庫に入れておけば安心」の最も警戒すべき油断を突く結果を示すものとしている。

食品衛生指導員巡回マニュアル¹⁾による冷蔵庫の温度管理として、

- ・冷蔵庫内は中段で5℃前後が保たれるよう、扉の開け放しに要注意。短時間の出し入れを心掛ける
 - ・扉は作業に支障をきたさない程度に、出来るだけ小さなものとする
 - ・気温18℃で10秒間開扉すると0℃が5℃に、気温30℃で15秒間開扉すると0℃が18℃に上昇。それを0℃にもどすには10分間を要する
 - ・冷蔵庫の庫内温度を外部からも判断できる隔側温度計の設置が望ましい
 - ・温度は開閉時および開閉時間帯ごとに測定し、記録にとどめておく
- などが、述べられている。そして、設置場所として、直射日光が当たる場所や、ガスレンジ等の発熱機器類近くに置かないこととしている。また、

容量の70%程度以下の収納が効果的で、食品(原料)の種類別に間隔をおくこと。などである。

上述の鈴木⁵⁾の冷蔵庫をフルにいかそう—その正しい取り扱いと衛生について—や上田¹⁰⁾によると、冷蔵庫の冷却能力には冷却器そのものの性能が問題になるのはもちろんであるが、それ以外にも、すえつけの場所や方法、食品の詰め方、冷蔵庫の使い方などによっても大きく左右される。そこで、

- ・すえつけの場所：作業動線を頭に入れたうで、できるだけ熱気を当座桁位置で床面の丈夫な場所に水平に設置すること。そして、背面を壁から10～30cm以上は放して置き、放熱効果を妨げないように空気の対流を十分に計算し、周囲の風通しを良くする。また、冷蔵庫の下や周囲が清掃しやすく、空気がうまく通るような場所にする。もともと、調理場などは湿気の多いところであるが、可能な限り湿気の少ない場所を選び、扉の開閉のたびに湿気や熱気が庫内侵入しないように配慮する

第8次国民生活審議会総合政策部会報告第3章1節家庭における省エネルギーの手段¹¹⁾によると、冷蔵庫の効率的使用によるエネルギー消費節減効果として

- ・ドアの開閉を少なくする→0.35%回の消費電力の減少
- ・庫内を整理し、適量入れる→庫内の占有率を20%から30%へ増加させると消費電力は3.0%増大
- ・背面を壁から10cm以上離す(放熱版が露出しているタイプ)→10cm以上離した場合、離さない場合と比較し、7.2%電力消費量が節減
- ・庫内温度を適正(4℃程度)に保つ→庫内温度を4℃から2℃にした場合、電力消費は3.5%増大
- ・ドア・パッキングを点検(ドア・パッキングの汚れをきれいにふき取り、3カ月一回程度はパッキングを掃除、老化したパッキングは取り替える)→ドア・パッキングが5cm破れていると消費電力が50%増大

- ・こまめに霜取りをする（手動霜取りタイプ）→ 10 m/m着霜（冷却部の金属が見えない程度）で2～3℃庫内温度が上昇
- ・直射日光や暖房等の熱気の当たる場所をさげ風通しの良い場所へ設置→周囲の温度±10℃の変化で電力消費量は15～20%異なるとしている。

一般家庭や飲食店においては今は必需品となっている重宝な冷蔵庫ではあるが、この冷蔵庫、使用する人たちの科学的知識の不足や、取り扱いの悪さのために、その機能が十分に活用されていないばかりか、腐敗、食中毒の温床にもなりかねないことは残念なことである。冷蔵庫の科学的な活用を行って、是非有用な利用をして欲しい。

なお、庫内カーテンの使用効果について検討したが（結果は示していない）、多少の温度変化（低下）は認められたが、

- ・ドア側（棚）の温度が高くなる
 - ・中がよく見えない
 - ・食品の出し入れが不便
 - ・そのためにかえて開扉の時間が長くなる
- などの理由で、あまり推奨することは出来ないという結果であった。

IV. 結論

冷蔵庫（冷蔵・冷凍庫）は、食品の冷却、保存を主な目的とするが、食品の保存性はその冷却能力（庫内温度）に大きく関係する。

一般家庭で使用されている冷蔵庫について、庫内温度（冷蔵室について）の現状を測定した結果、次のような結論が得られた。

1. 室内気温の上昇する8月には、扉だけでなく庫内でも温度が10℃以上に上昇する。また、5月以降においても、庫内上段をはじめ、下段でも庫内温度が5℃以上になる傾向が強い。
2. そのため、8月の日常使用状態における温度測定では、食品を長期間衛生的に保つ機能が著しく低下していると思われる家庭がある。
3. 普通、温度が-2℃～5℃に設定されているチルド室においても、8月ではその範囲を維持

- することが難しいと考えられる場合がある。
4. 扉を開く時間が長ければ長いほど、庫内温度は上昇し、もとの温度に戻るまでの時間（回復時間）も長くなるという結果が当然ではあるが、確認された。
 5. 収納率が高い（80%）ほど、庫内温度は高くなるが、開放角度（45、90度）による温度の上昇度や回復時間において差は認められなかった。

これらの実態調査から、冷蔵庫は季節によっては食品本来の衛生品質を保持する機能が低下することがわかった。使用者は冷蔵庫の性能を過信することなく、使用方法などに配慮する必要があると考える。冷蔵庫の科学的な活用を行って、是非有用な利用をすることが望ましい。

引用文献

- 1) 「食品衛生指導員（FSI）巡回指導マニュアル」, 社会法人日本食品衛生協会
- 2) 石田和夫・小栗重行・小塚 諭・坂部美雄・清水英世・深谷幸生 著：イラスト食品衛生学, 東京教学社
- 3) 桑原祥浩：日常生活の保健学「冷蔵庫と食品保管－特に微生物学的観点から－」, 女子栄養大学出版
- 4) 鈴木昭：ドア開閉時の温度変化, 給食衛生管理読本, 51, 中央法規出版, 1977
- 5) 鈴木ヤエ：冷蔵庫をフルにいかそう－その正しい取り扱いと衛生について－, 食品衛生, 16～36, 1975.5
- 6) 熊谷義光：冷凍冷蔵装置の衛生管理, 実務食品衛生, 中央法規出版, 1987
- 7) 鈴木靖文：「冷蔵庫の温度調査」 ひでのやエコライフ研究所, 1999
- 8) よしのわたる：「男の家電 正常な冷蔵庫の庫内温度を計る」, マイコミジャーナル
- 9) 阿部絢子：暮らしと健康, 5, 51, 1978
- 10) 上田成子：「今いちばん気をつけたい食中毒予防と冷蔵庫の整理術」, 栄養と料理7月号, 158～165, 2002
- 11) 国民生活審議会総合政策部会報告：「第3章1節 家庭における省エネルギーの手段」, 内閣府