

急速凍結及び製品の温度管理に関する講習会

『温度管理及び測定方法に関する講義』

平成27年7月17日(金)

JFFIC

一般財団法人 日本冷凍食品検査協会
名古屋検査所



本日の説明内容

- 「冷凍食品認定制度」における急速凍結について
- 急速凍結能力とは
- 急速凍結させるためには
- 凍結時の製品中心温度測定方法
 - ・凍結温度曲線作成時の注意点
 - ・工場における測定時の写真・報告書の例
- 演習・実習
- 適正な温度管理とは
 - ・「冷凍食品認定制度」が求める、急速凍結後の温度管理について
- 工場へのお願い



「冷凍食品認定制度」における急速凍結について

冷凍食品製造工場認定基準

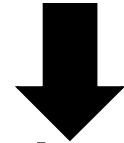
II. 施設・設備に係る基準、7. 機械器具および搬送装置

【規定】

「急速凍結装置は、製品が最大氷結晶生成帯を急速に通過し、製品の中心温度が -18°C 以下になる性能を有し、それらの適正な温度管理ができているものであること。」

急速凍結能力とは……

製品の中心温度が、最大氷結晶生成帯
(-1～-5°C)を、約30分で通過し、
-18°C以下にさせる性能である。



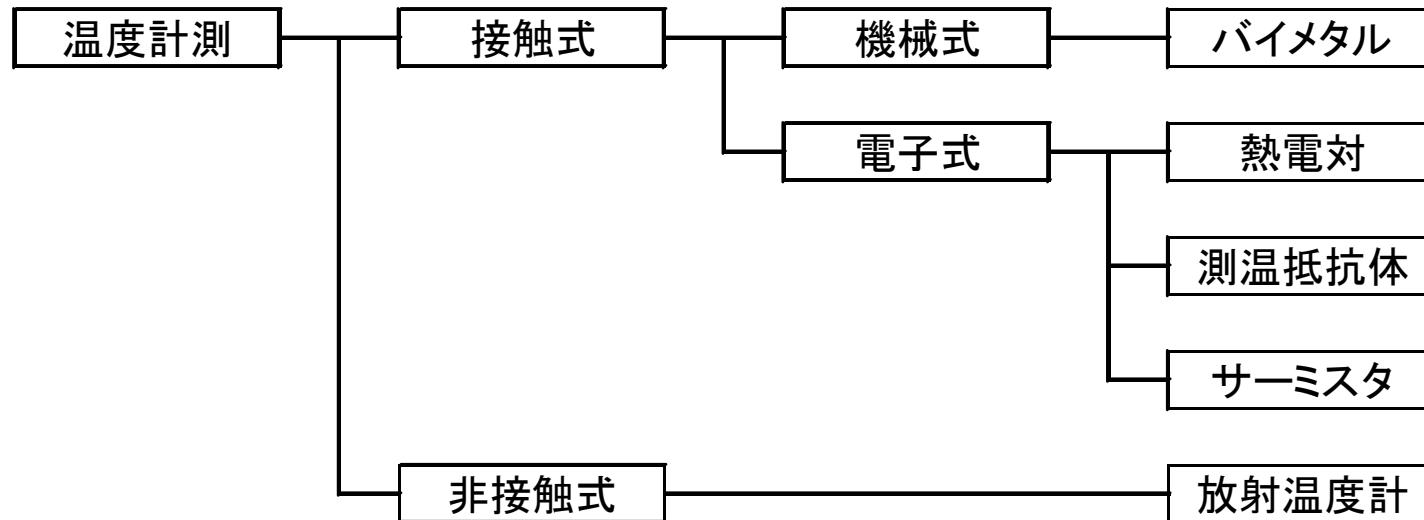
つまり製品を冷凍庫内で凍結させ、中心温度が
-18°Cに達していれば良いというものではない。
最大氷結晶生成帯の通過条件が、製品中心温度
推移(凍結曲線等)で示されない場合、急速凍結能
力があると判断できない場合がある。

急速凍結させるためには

- ①急速凍結庫の能力を把握すること。
- ②適正な投入量を守ること。
- ③投入前の品温を下げておくこと。
- ④一番条件の悪い場所(風があたらない場所)
や時間(気温と物量)等を把握しておくこと。
⇒条件が悪くても急速凍結なら、他の条件
でも急速凍結となる。**トンネル等の場合**
- ⑤扉の開閉を少なくし温度上昇を防ぐこと。
- ⑥凍結庫を他の用途で使用しないこと。

凍結時の製品中心温度測定方法

温度センサーの種類と特徴



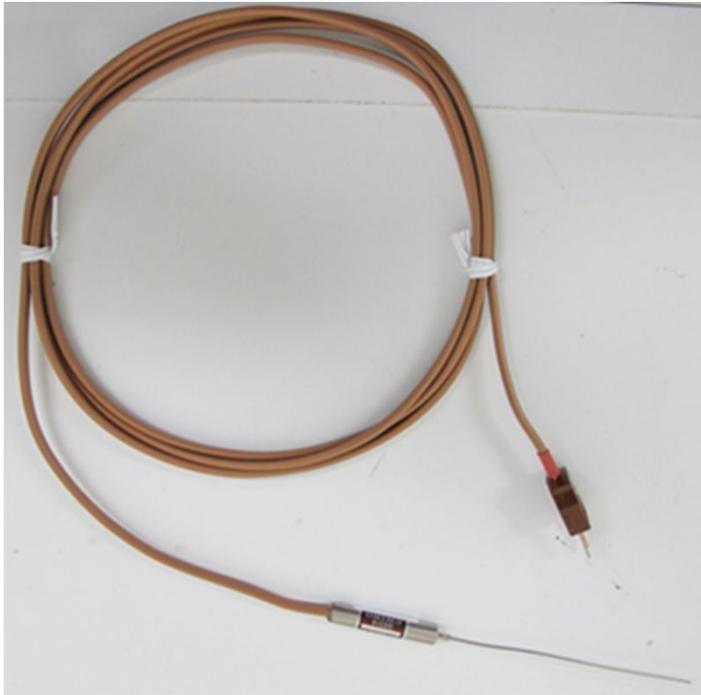
熱電対 : 2種類の金属を結線し、温度による電圧変化より測定

サーミスタ : 主に焼結した金属酸化物を使い、温度による抵抗値の変化で測定

半導体 : 温度による抵抗値の変化で測定

放射温度計 : 物体から出る赤外線の強さは温度により増加するので、このエネルギー量で測定

温度センサーの種類と特徴 1. 熱電対



メーカー	チノー
種類	シーズ熱電対
型式	1SCHS1-0
素線 ^{※1}	T(銅・コンスタンタン)
保護管太さ・長さ	Φ1.0 × 100mm
保護管材質	SUS316
常用温度	-40～300°C
応答性(時間) ^{※2}	0.16秒

※1 素線の種類により温度帯は様々

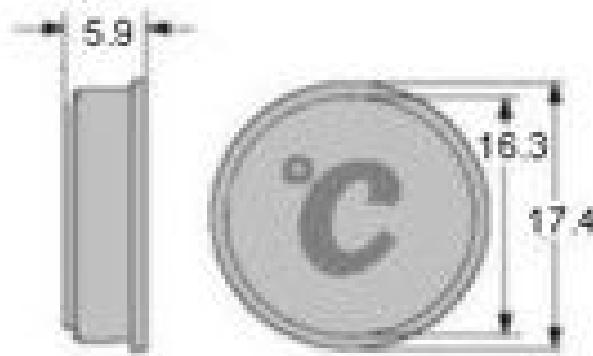
※2 室温→100°Cの沸騰水中で平衡値の90%に達するまでの時間

測定範囲は-200～1000°C以上と温度による抵抗を測るものより広い。

温度応答は速く、精度も高いが、精度と安定度の高い直流増幅回路が必要で、手軽ではない。

温度センサーの種類と特徴 2. 半導体(サーモクロン)

◆ボタン型データロガー
『サーモクロンG,SLタイプ』
販売元:KNラボラトリー



- ・本体はステンレス、フックは樹脂製。ボタン電池のイメージ
- ・フック等を利用して壁面に吊り下げたり、ひもで吊るしたりするのに便利

※適切に温度データを取れる
ものであれば何でも結構です。



サーモクロンの機種別比較

	Gタイプ(低価格版)	SLタイプ(上位機種)	
		普通モード	高分解モード
重さ	約3.3g		
測定可能温度範囲	-40°C～+80°C(60°C以上、-30°C以下の長時間使用は不可)		
温度精度	±1°C(-25°C～+60°C)	±1°C(-25°C～-10°C) ±0.8°C(-10°C～+60°C) ±1.5°C(+60°C～+80°C)	±0.7°C(-25°C～-10°C) ±0.5°C(-10°C～+60°C) ±1°C(+60°C～+80°C)
表示最小単位	0.5°C	0.5°C	0.1°C
1回の計測記憶数	連続2048データ	連続8192データ	連続4096データ
測定間隔	1分おき(1～255分)	1秒おき(1～30秒)、1分おき(1～130分)	
時間精度	平均月差2分以内(0°C～+45°C)	平均月差3分以内(温度25°Cの時)	
製品寿命(目安)	5年以上(環境温度下で異なる) 累積計測数:100万	購入後約3年 累積計測数:40万以上	先の1/5
電源	3Vリチウム金属電池内蔵(交換不可・充電不可)		
PCとの通信方法	USB接続(別売の専用ケーブルを使用)	USB接続(別売の専用ケーブルを使用)Gタイプのケーブル使用可	
対応ソフトウェア	ThermoManager (サーモマネジャー)	RhManager(RHマネジャー)	
その対応OS	Windows 8 / 7 / Vista / XP(SP2以上)		
価格	1個2,700円(税込2,835円)／送料無料 ／最小購入数:5個以上	1個 6,400円(税込6,720円)ご注文総額(税別)が1万円以上のとき送料無料	
標準納期	3営業日以内に発送		
URL	http://www.kn-labs.com/thermochron.htm	http://www.kn-labs.com/thermochron_sl.htm	



サーモクロンの特徴

- ・1個当たりの価格が安く、Gタイプは5個以上からの購入の為、1セット購入することにより、雰囲気温度・中心温度・表面温度など同時に計測することが可能。
- ・1回に計測できるデータ数を超えるとデータが取れない。再度計測条件を設定しなおせば、繰返し使用できる。
- ・計測できる延べデータ数に限界があり、電池寿命があってもそれ以上は計測できない。
- ・電池は一体型で交換はできない。
- ・サーモクロンは小さな金属缶(内部が空間)のようなもので、その内部空間の中にセンサーがあり、ほぼ中心で温度を感知している。雰囲気温度を計測するもので、表面温度を測ることを本来の目的としていない。



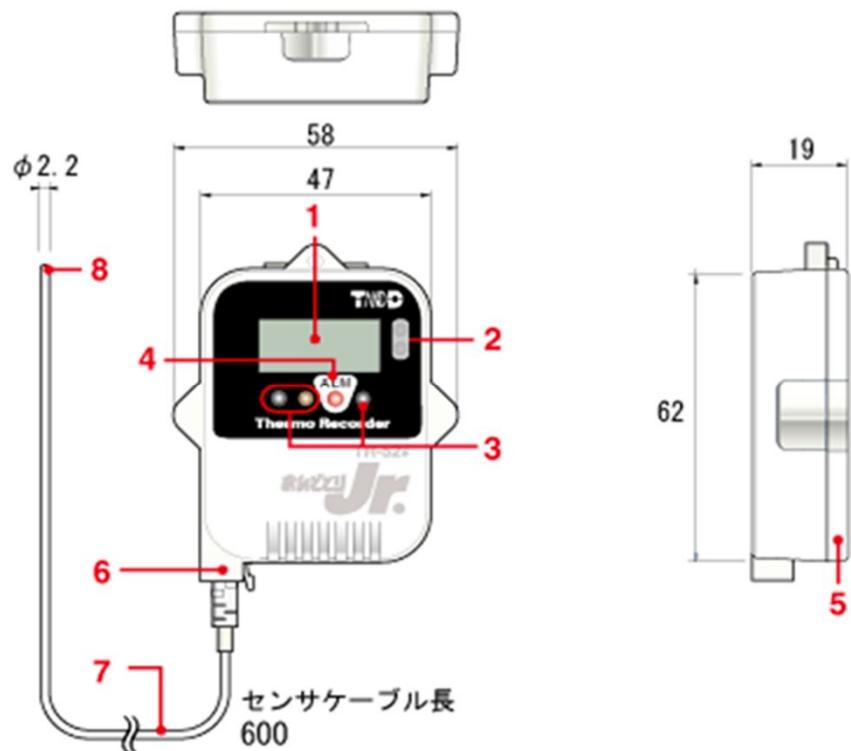
- ・温度校正は標準器等との器差試験のできる検査機関に、直接依頼する。この校正は比較校正であり、誤差の補正までするような校正ではない。
- ・食品の中心温度を測る時には、内部に十分埋め込む大きさが必要となる。
- ・日常生活防水で、完全防水ではないので防水保護が必要。専用の防水キヤップ、耐圧防水カプセルはある。
- ・温度応答速度は目安だが、15°Cから“一瞬に” 60°Cの環境(気体)に設置した場合、約3分後に55°Cと認識し、最終的に60°Cと記録できるのは、約5分後。5°Cから“一瞬に” 25°Cの環境(気体)に設置した場合、約18分後に23°Cと認識し、最終的に25°Cと記録できるのは、約30分後とタイムラグがある。マイナス温度帯での知見はない。

4. サーミスター

◆ 温度口ガード

『おんどとりTR52i』

製造者：(株)ティアンドディ
販売代理店有り

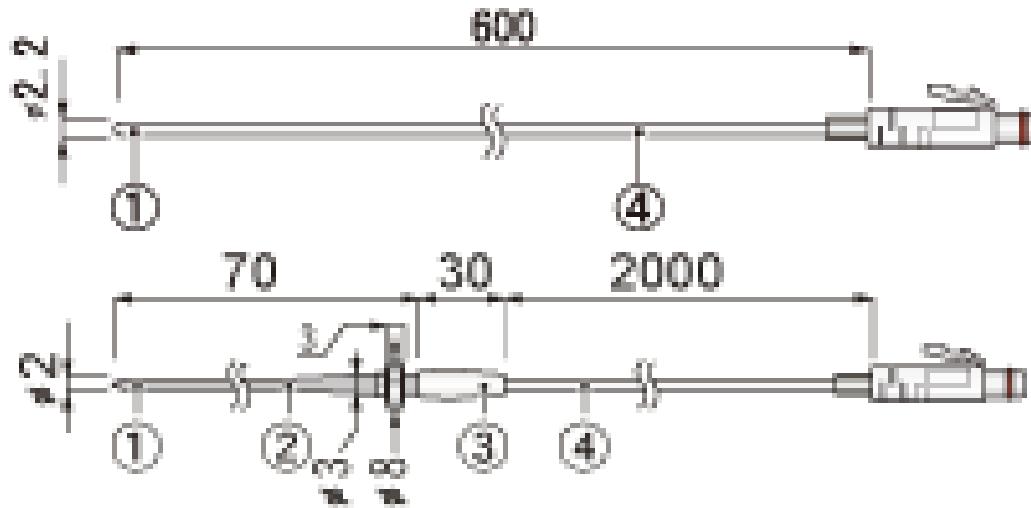


- ・同型のTR51iは、センサー内蔵型。
- ・TR55iはセンサーが別売で、温度以外も測定可能。温度用には熱電対、測温抵抗体タイプ等がある。
- ・中心温度測定にはTR52iが汎用的でメーカー推奨品。
- ・TR52iにはTR-5106が標準のセンサーとして付属しているが、中心温度測定には別売だがステンレスの保護管が付き、尖り形状のTR-5420がメーカー推奨である。感熱部は、先端から1cm以内。

参照HP：<http://www.tandd.co.jp/product/dataloggers/tr5i/index.html>

◆温度センサー

(1)TR-5106



(2)TR-5420

材質: ①サーミスタ、②ステンレスパイプ(SUS316)、③フッ素樹脂
収縮チューブ、④フッ素樹脂被覆電線

温度応答速度:(1)90%応答 空気中: 約80秒攪拌水中: 約7秒
(2)90%応答 空気中: 約90秒攪拌水中: 約3秒

測定温度範囲: -60~155°C、センサ耐熱温度: -70~180°C

防水性能:(1)フッ素樹脂被覆は防水
(2)保護管部分のみ水中型 他各部は防浸型

測定温度精度: 平均±0.3°C(-20~80°C)
平均±0.5°C(-40~-20°C/80~110°C)
平均±1.0°C(-60~-40°C/110~155°C)



おんどとりTR52iの機能

表示最小単位	0.1°C
最大計測記憶数	16000データ
モード	エンドレス (記録容量が一杯になると先頭のデータに上書きして記録) ワンタイム (記録容量が一杯になると記録を停止)
測定間隔	1, 2, 5, 10, 15, 20, 30 秒 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 分 (15通りから選択)
重量	約55g
本体動作環境	温度: -40~80°C
電源	付属リチウム電池 (LS14250)1個 →付属電池は市販されていないので、交換時には低温電池セット (TR-00P2) 使用 CR2も使用可だが、-20~60°Cの範囲で、振動の少ない場所であること
電池寿命	約4年(赤外線通信有効時: 約2年) -20°C以下の環境では、寿命は半減する
防水性能	生活防水
PCとの通信方法	コミュニケーションポート: TR-50U2 / TR-50U / TR-50C データコレクタ: TR-57DCi / TR-57U / TR-57C / RTR-57U / RTR-57C 動作確認済みの携帯電話
対応ソフトウェア	T&D Recorder for Windows (Ver.2.70以降に対応)、T&D Graph
標準価格	本体(TR-5106センサー込み): 14,800円 TR-5420センサー: 7,000円



おんどとりの特徴

- ・センサー式なので、ある程度の厚みがあれば、中心の測定がしやすい。
- ・センサーは複数種類有り、交換が可能である。
- ・1台に付き1センサーなので、雰囲気温度、中心温度、費用面温度などを同時に計測する場合は、複数台必要となる。
- ・本体の動作環境が -30°C なので、バッチ凍結の測定で長時間測定する際は、本体の断熱が必要となる。



凍結温度曲線作成の手順

1. 事前準備

温度計の購入、測定場所の決定、測定品目の決定

2. 計測条件設定

開始日時や測定間隔等の計測条件を設定

3. 設置・計測

センサーを製品の中心部にセットし、計測する

4. 記録を回収

凍結終了後、温度計に蓄積されたデータを取り込む

5. データの解析

データをグラフ化し、結論を導く

6. 報告書の作成

目的、測定条件、測定状態をまとめ



1. 事前準備

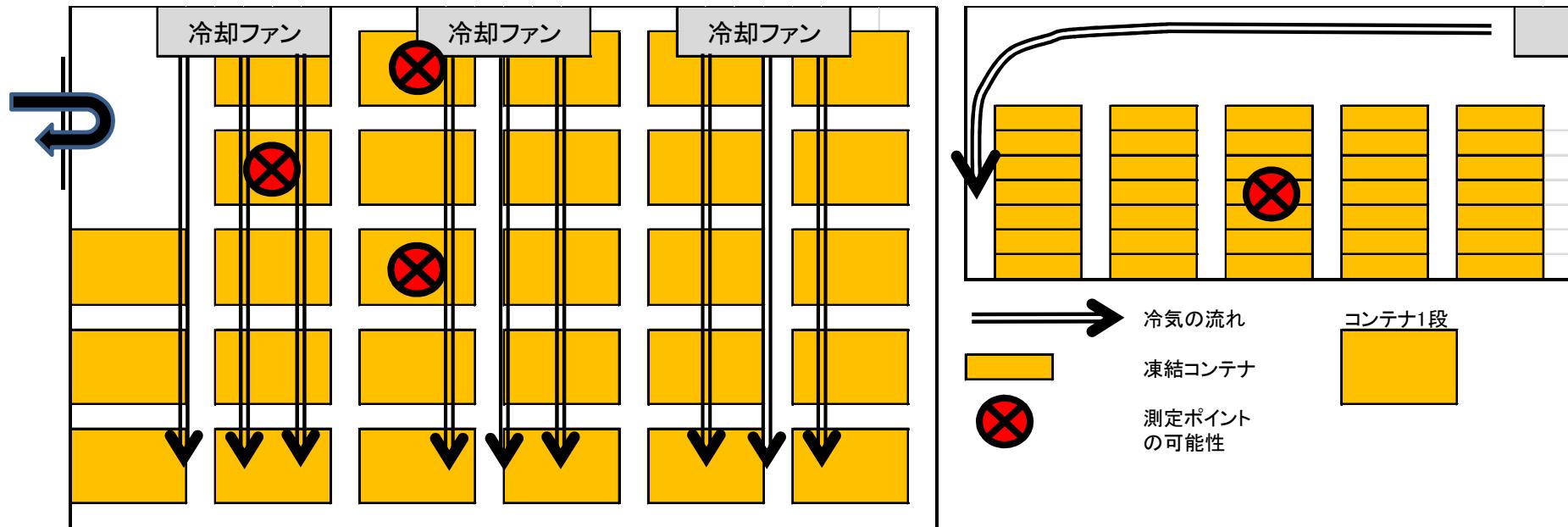
温度計測口ガ-等を製品の中心に挿入し、プラスの温度域(5°C以上が望ましい)から、中心温度が-18°C以下に達するまでとする。

～凍結温度曲線作成時の注意点～

- ①凍結装置がバッチ式の場合は、最も庫内温度が高い場所を特定し測定する。**(条件の悪い、凍結しにくい場所)**
- ②同一製品の場合、重量が大きいものについて測定すること。
- ③単独ではなく、通常作業(生産量)の状態で測定すること。
- ④凍結装置の雰囲気温度も同時に測定すること。
- ⑤測定時の状況を詳細に記録すること。
 - ・測定状態の写真(次頁参照)、測定場所の図面
 - ・対象製品の規格(○○グラム、○サイズ…)
 - ・凍結時の庫内物量(通常生産時○○t、当日の生産量○○t)

1. 事前準備

条件の悪い場所とは



- ・実際に温度を測定し、温度が下がり難い場所（凍結庫内の位置、パレットや台車上の高さ、コンテナ内の位置等）や時間（気温や湿度の高い季節や時間帯、製品の量が多い時間帯等）を確認しておく。
- ・製品も大きい等、温度が下がり難い物を選ぶ。

2. 計測条件設定～4. 記録を回収 サーモクロンの使用方法の流れ

※詳しい手順はhttp://www.kn-labs.com/thermochron1_howto.htmより。

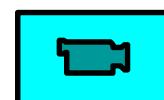
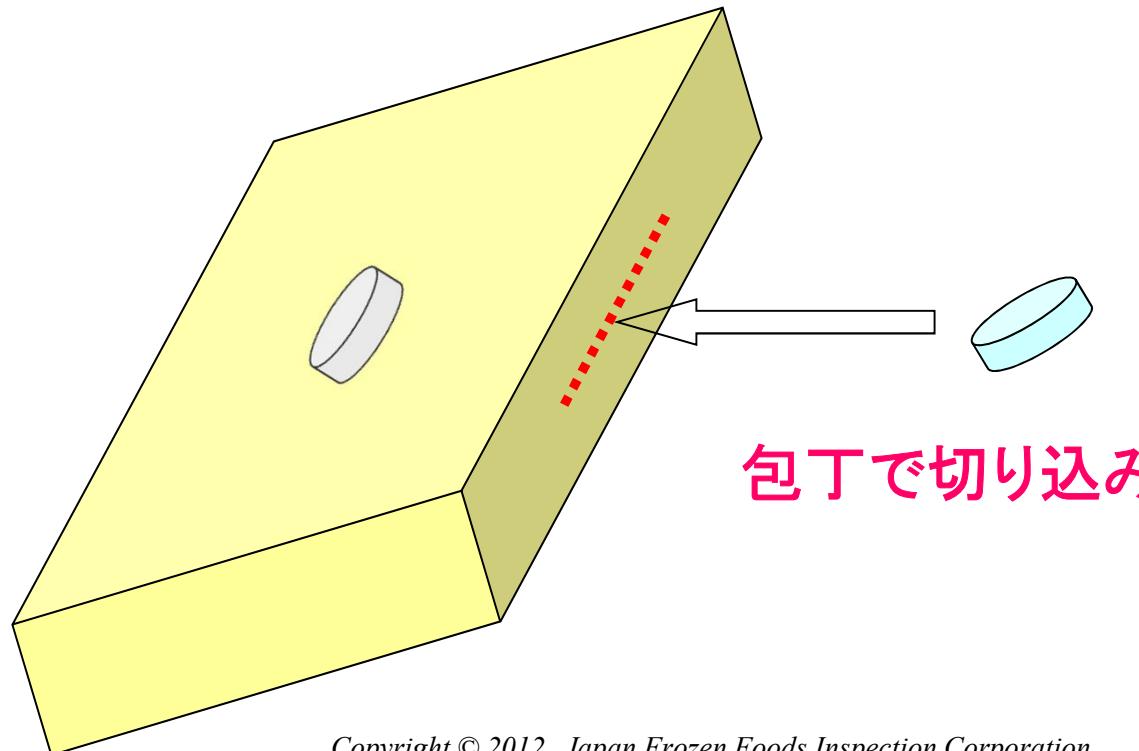
2. 計測条件設定

- ・対応ソフトウェアをPCにインストールし、ソフトを立ち上げる。
- ・計測開始予約(条件設定)をするために、PCに専用USB接続ケーブルを差し込む。
- ・専用USB接続ケーブルにサーモクロンをセットし、開始日時や測定間隔等の計測条件を設定。
- ・設定終了後、サーモクロンを外す。



3. 設置・計測

- ・開始日時より温度測定が始まるので、その日時に合わせ、サーモクロロンを製品の中心に挿入。
- ・サーモクロロンを製品から回収し、PCに接続した専用USB接続ケーブルにセットする。



連続式急速凍結装置における測定時の写真(例)

〔凍結前〕



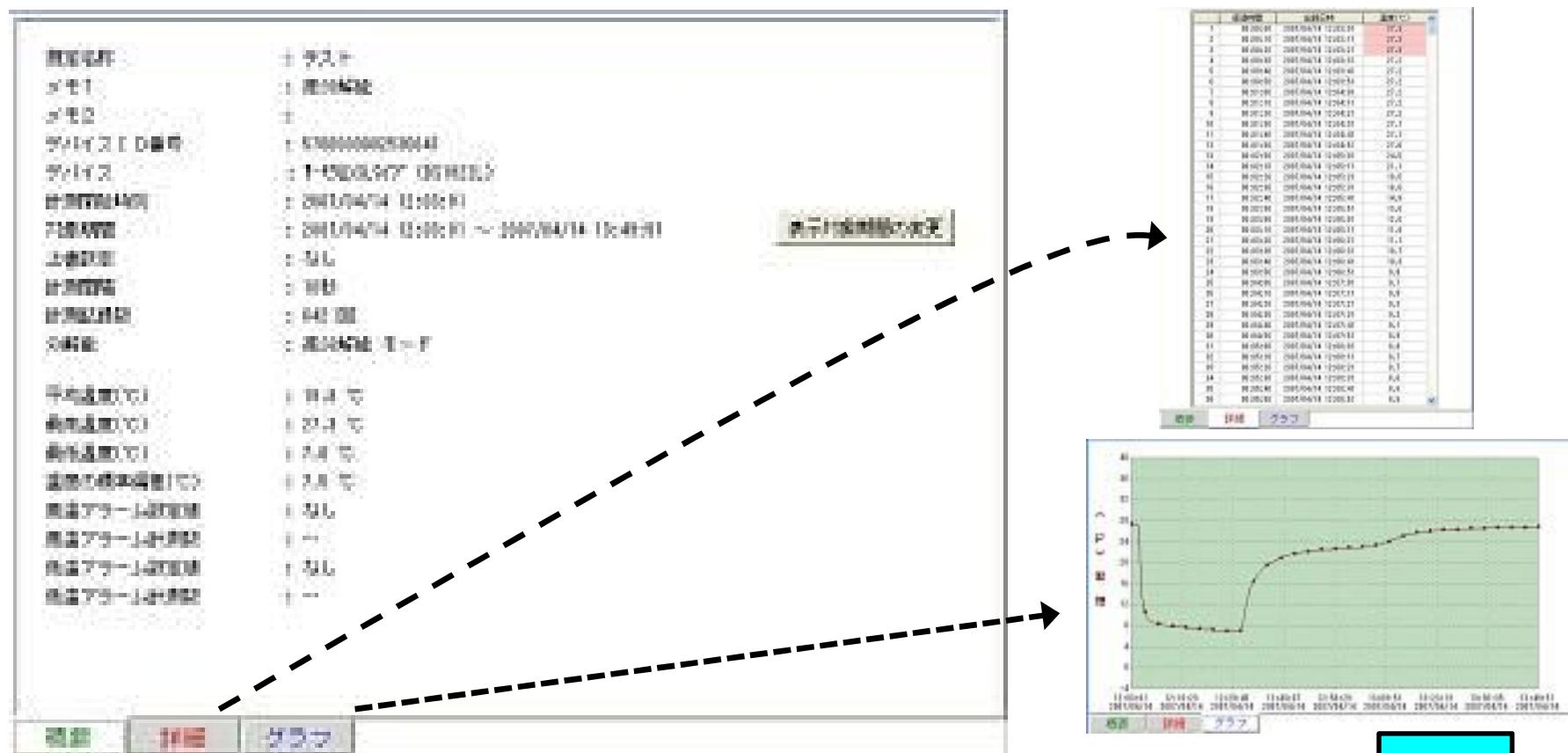
〔凍結後〕



2. 計測条件設定～4. 記録を回収

4. 記録を回収

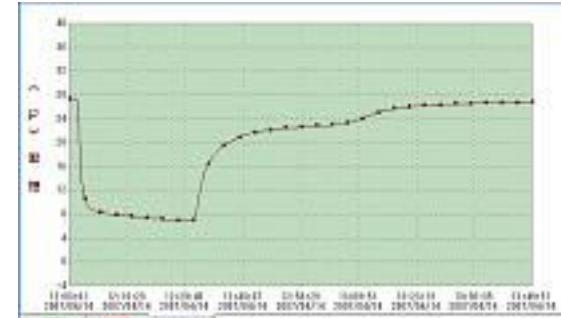
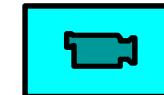
- 専用ソフトを起動し、メニューバーにある「データ回収」を選択する。→以下のような回収の画面が表示。
- 回収したデータは、Excelファイルに変換することも可能。



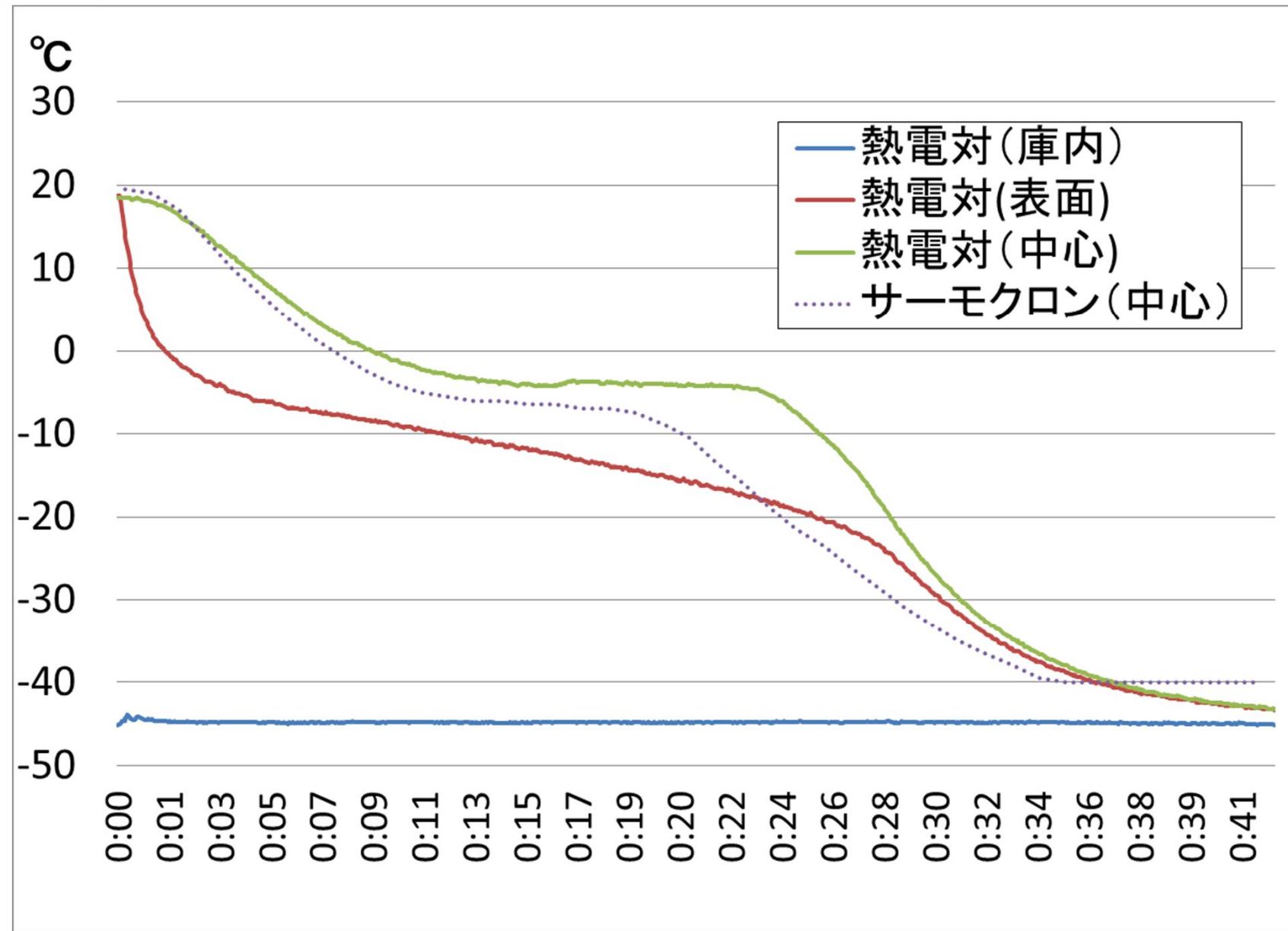
左側のリストは測定項目とその現在値を示す。右側の表はデータの一覧で、右側のグラフは測定値の変化を示す。

測定項目	現在値
ゲート1	1
ゲート2	1
ゲート3	1
ゲート4	1
ゲート5	1
計測開始時間	2011/04/14 12:00:00
計測時間	2011/04/14 12:00:00 ~ 2011/04/14 12:45:00
上限設定	なし
下限設定	なし
計測回数	4回
計測回数設定	なし
交換値	測定値/1000
平均速度(%)	0.00%
最高速度(%)	0.00%
最低速度(%)	0.00%
速度の標準偏差(%)	0.00%
測定アラート小計回数	なし
測定アラート小計回数設定	なし
測定アラート小計回数	なし
測定アラート小計回数設定	なし

測定回数	測定時間	測定値
1	2011/04/14 12:00:00	27.1
2	2011/04/14 12:05:01	27.2
3	2011/04/14 12:10:02	27.3
4	2011/04/14 12:15:03	27.4
5	2011/04/14 12:20:04	27.5
6	2011/04/14 12:25:05	27.6
7	2011/04/14 12:30:06	27.7
8	2011/04/14 12:35:07	27.8
9	2011/04/14 12:40:08	27.9
10	2011/04/14 12:45:09	27.9
11	2011/04/14 12:50:10	27.9
12	2011/04/14 12:55:11	27.9
13	2011/04/14 13:00:12	27.9
14	2011/04/14 13:05:13	27.9
15	2011/04/14 13:10:14	27.9
16	2011/04/14 13:15:15	27.9
17	2011/04/14 13:20:16	27.9
18	2011/04/14 13:25:17	27.9
19	2011/04/14 13:30:18	27.9
20	2011/04/14 13:35:19	27.9
21	2011/04/14 13:40:20	27.9
22	2011/04/14 13:45:21	27.9
23	2011/04/14 13:50:22	27.9
24	2011/04/14 13:55:23	27.9
25	2011/04/14 14:00:24	27.9
26	2011/04/14 14:05:25	27.9
27	2011/04/14 14:10:26	27.9
28	2011/04/14 14:15:27	27.9
29	2011/04/14 14:20:28	27.9
30	2011/04/14 14:25:29	27.9
31	2011/04/14 14:30:30	27.9

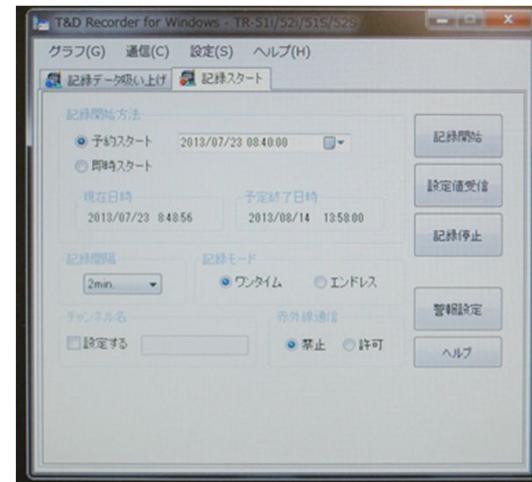
サーモクロンと熱電対による凍結温度曲線



2. 計測条件設定～4. 記録を回収 おんどとりの使用方法の流れ

2. 計測条件設定

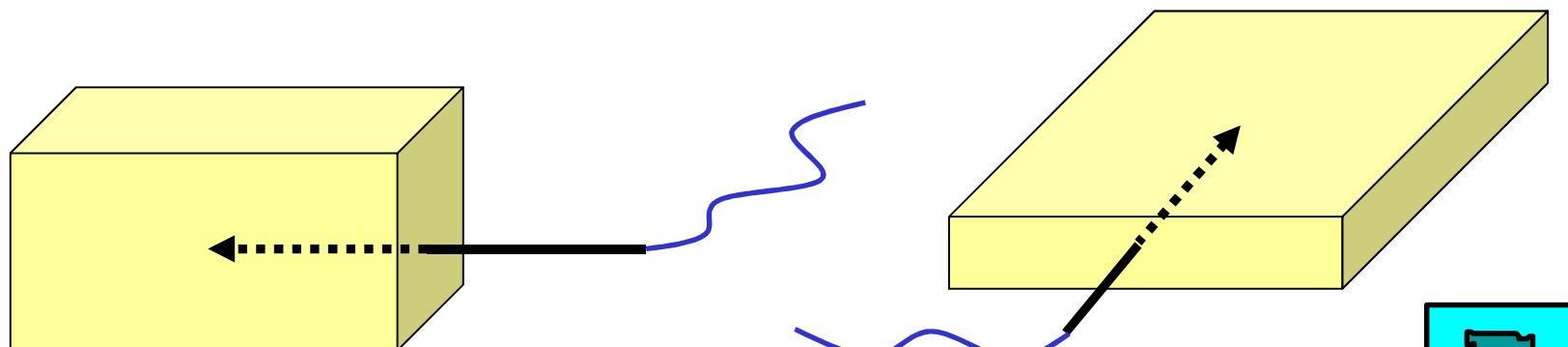
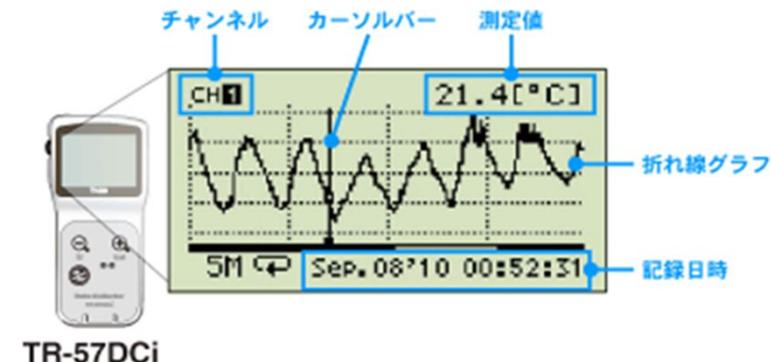
- ・本体の裏蓋を外し、電池をセットする。
- ・対応ソフトウェアをPCにインストールし、ソフトを立ち上げる。
- ・計測開始予約(条件設定)をするために、PCに専用のコミュニケーションポートかデータコレクタを接続する。
- ・専用のコミュニケーションポートかデータコレクタにおんどとりの本体をセットし、開始日時、測定間隔、記録モード等の計測条件を設定。
- ・設定終了後、おんどとりを外す。



2. 計測条件設定～4. 記録を回収

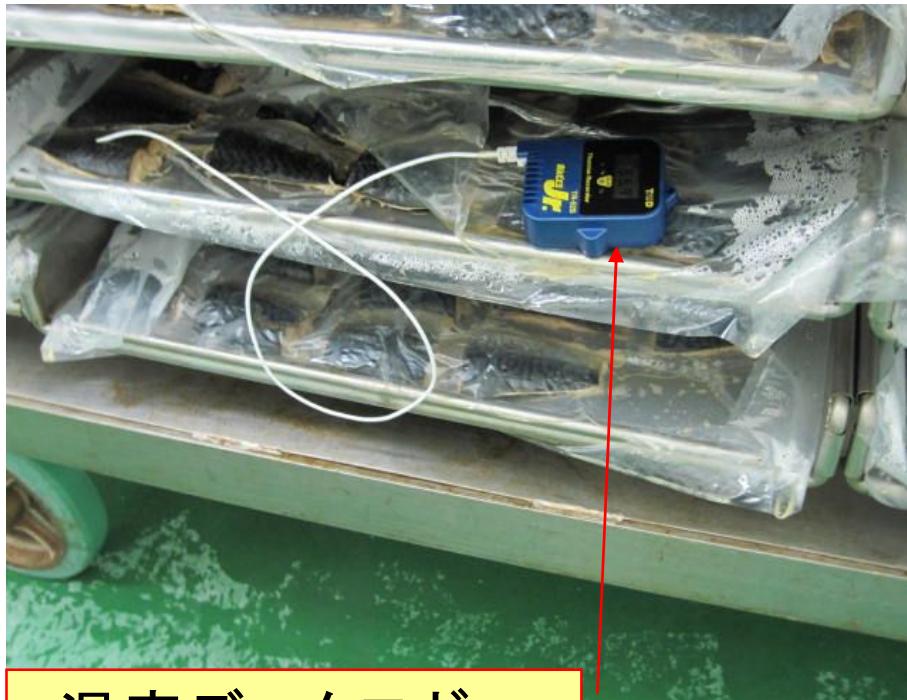
3. 設置・計測

- ・開始日時より温度測定が始まるので、その日時に合わせ、おんどりのセンサーを製品の中心に挿入。
- ・データコレクターの場合は、パソコンと接続しないでも測定現場でデータ収集が可能。またその場で収集データの確認や簡易グラフも確認できる。
- ・コミュニケーションポートの場合はおんどりを製品から回収し、PCIに接続した状況で、データを収集する。



バッチ式急速凍結装置における測定時の写真(例)

〔台車の下から2段目の冷えにくい場所に設置〕



温度データロガー

(注)温度センサーは、製品の中心に挿入

〔冷却ファン下の冷えにくい場所で測定〕



2. 計測条件設定～4. 記録を回収

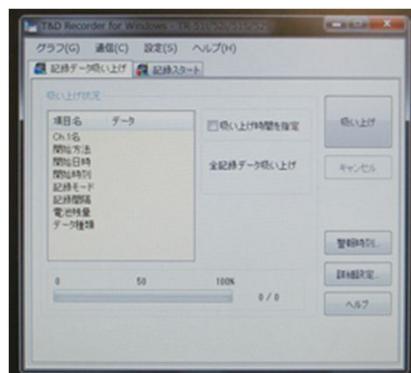
4. 記録を回収

- 専用ソフトを起動すると下記の、ランチャーメニューが表示されるので、対象機種のアイコンをクリックすれば、グラフや各機種毎の通信画面が表示される。

TR52iはここ



- 測定データをグラフや一覧表にして表示し、解析を行うこと、データのファイルに保存、グラフや一覧表のプリントアウトができる。
- 保存ファイルは、テキストファイル形式にて保存することもでき、Excelファイルで読み込むことも可能。

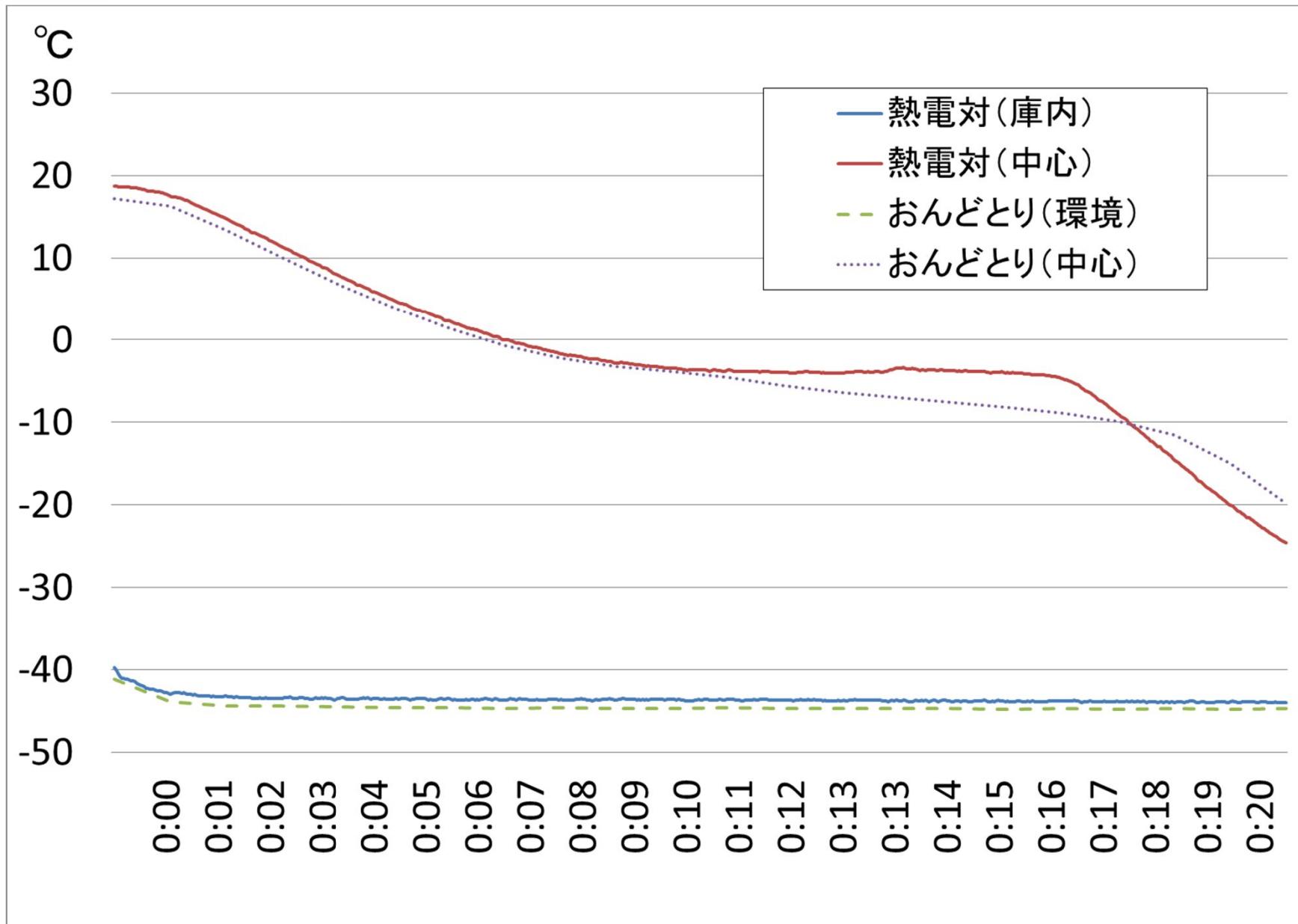


データ一覧表

日 時	Sample1 ch.1	Sample2 ch.2	Sample3 ch.3	Sample4 ch.4
2001/06/18 12:00'00	28,400	38,600	28,800	46,000
2001/06/18 12:10'00	28,400	38,200	28,700	46,200
2001/06/18 12:20'00	28,200	38,800	28,700	46,100
2001/06/18 12:30'00	28,500	38,300	28,700	45,800
2001/06/18 12:40'00	28,500	38,700	28,600	45,500
2001/06/18 12:50'00	28,500	38,400	28,600	45,100
2001/06/18 13:00'00	28,700	37,800	28,700	45,100
2001/06/18 13:10'00	28,600	38,600	28,800	45,400
2001/06/18 13:20'00	28,700	38,600	28,900	45,100
2001/06/18 13:30'00	28,800	38,700	29,000	44,700
2001/06/18 13:40'00	28,800	38,800	29,000	44,400
2001/06/18 13:50'00	28,700	38,800	29,000	44,600
2001/06/18 14:00'00	28,900	38,600	29,100	44,900
2001/06/18 14:10'00	29,200	38,300	29,200	45,000
2001/06/18 14:20'00	29,800	36,200	29,200	45,200

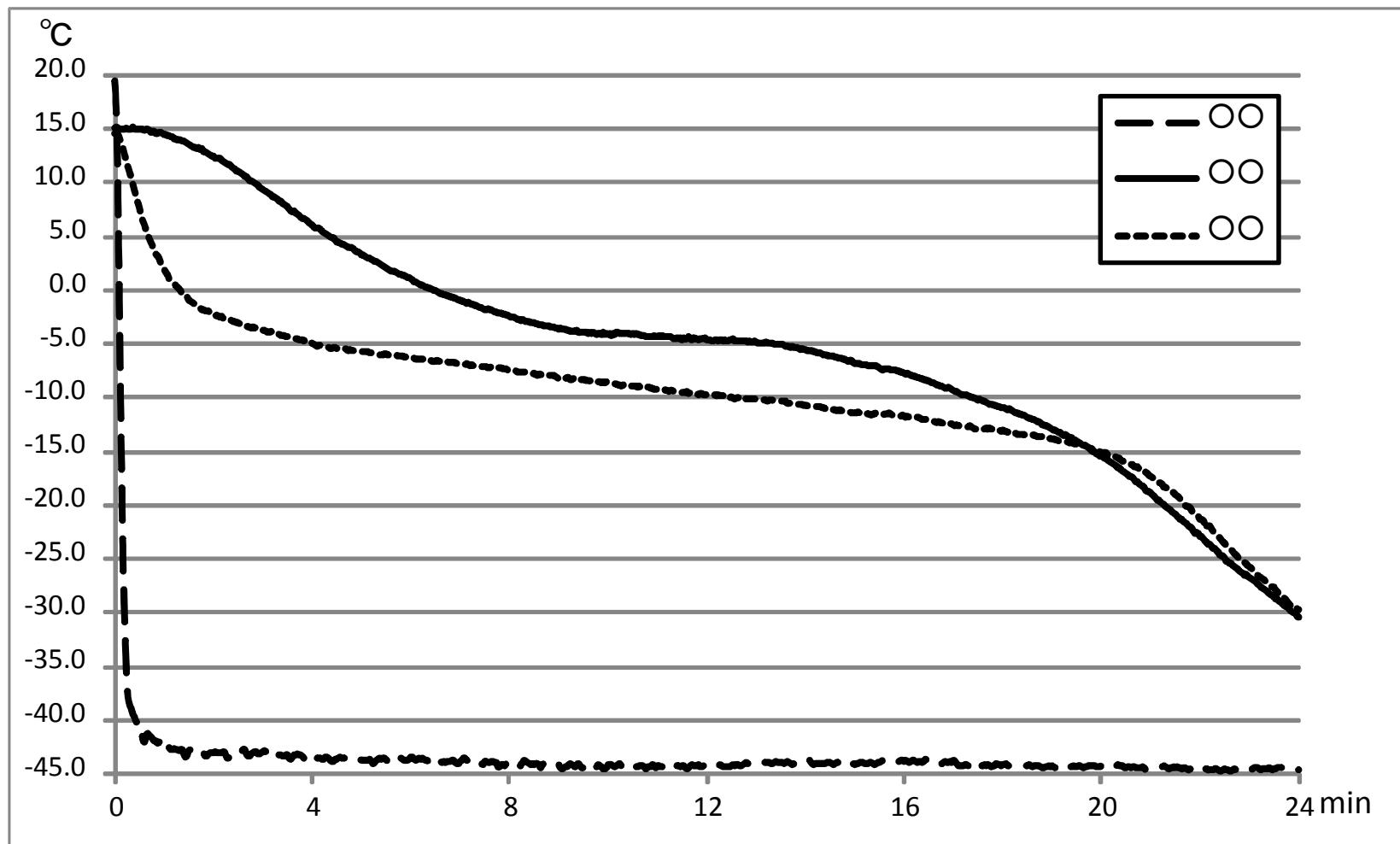


『おんどとり』と熱電対による凍結温度曲線



5. データの解析

グラフ化されたデータを解析し、結論を導く。





6. 報告書の作成

凍結能力の確認調査報告(例)

1. 調査の経緯と目的

凍結能力確認のため、急速凍結庫(バッチ式)における製品凍結時の中心温度の推移を測定し、最大氷結晶生成帯($-1 \sim -5^{\circ}\text{C}$)通過時間、及び -18°C に達するまでの時間等について調査を行った。

2. 測定条件等

(1) 測定場所: [工場内図面参照](#)

(2) 測定対象

① 製品の中心温度

対象試料は、当該工場において最も大きい規格(サイズ)〇〇を選定し、測定用温度データロガーのセンサーを、製品の中心部分に挿入し、通常作業時間帯に凍結装置へ投入し、測定した。[写真参照](#)

② 凍結庫内雰囲気温度

温度データロガーを、製品測定箇所の付近に置き、雰囲気(庫内)温度を測定した。

凍結能力の確認調査報告(例)つづき

(3) 測定状態 ([写真参照](#))

通常の作業状態と同様な場所、○点について測定した。

3. 結果および考察

測定対象	測定結果
試料の最大氷結晶生成帯の通過時間	①18分、②25分、③20分
凍結終了時の中心温度	①-19°C、②-25°C、③-18°C
凍結庫内雰囲気温度	-28°C～-35°C (凍結曲線参照)

急速凍結時における試料の中心温度推移は、いずれも最大氷結晶生成帯の通過時間が30分以内であり、かつ60分以内に-18°C以下に達しているため、認定基準II-7(急速凍結装置)の要件を満たすものである。よって、弊社急速凍結庫は、適正な凍結能力を有していると判断した。



演習① ~設置・計測~

次の3品について、どの温度計を用いて、
どのように測定するか、記載してみましょう。

演習② ~データの解析~

グラフ化されたデータの考察をしてみましょう。

適正な温度管理とは……

※冷凍食品は急速凍結が全てではありません。その後の温度管理も重要です。

- ① 急速凍結時、氷結晶生成帯を速やかに通過させること。
 - ② 急速凍結機(庫)で、製品の中心温が -18°C に達しない場合は、速やかに -18°C まで冷やし込むこと。
 - ③ 急速凍結後の品温は、製品保管庫に入れるまでに、少なくとも氷結晶生成帯以上に温度上昇(再度緩慢凍結)させないこと。
 - ④ 出荷時まで、製品保管庫で -18°C 以下に保つこと。
 - ⑤ 出荷後、冷凍配送車等 -18°C 以下で流通させること。
- ※急速凍結後も温度データが必要な場合があります。



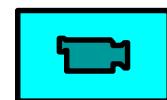
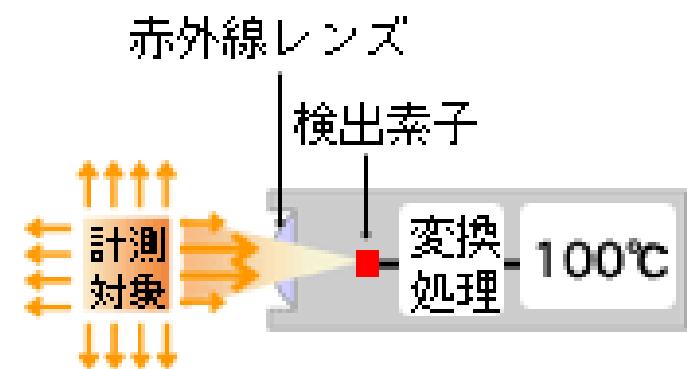
「冷凍食品認定制度」が求める、急速凍結後の温度管理について

1. 急速凍結後の温度管理

- ・急速凍結後の工程で、製品(**表面**)温度を−5°C以上に上げないこと。つまり、製品保管庫で緩慢凍結させないこと。
 - ・包装工程等、工場内に留まらず、営業倉庫に移送する際等の温度管理も含む。
- ⇒温度の高い時期に、工程のポイントで温度を測定し、問題ないことを確認する。

放射温度計

- ・凍結後の製品は、表面から温度が上昇するので、中心部が-18°C以下でも表面温度によっては製品品質への影響が考えられる。
- ・表面温度は接触式温度計で測定することも可能だが、製品に触れてしまうことから、非接触式の放射温度計を使うと便利である。
- ・物体は全て赤外線を放射しており、その強さ(エネルギー量)は温度が高くなると増加する事から、放射温度計はこれを検知している。
- ・放射温度計では、外環境の赤外線反射光も測定すること、マイナス温度帯では精度が低いことも考慮に入れておく必要がある。



2. 出荷時の温度管理

- ・製品は、保管庫内で-18°C以下まで冷やし込んで、出荷する場合があるので、出荷時には製品の中心温度が-18°C以下であること。
- ・営業倉庫から出荷する場合も同様であること。
⇒製品保管庫の温度は、凍結庫より高い場合が多いので、冷やしこむ場合は、一番温度が下がり難い場所にある製品で中心温度を確認すること。一括表示の保存方法に-18°C以下と記載されているはずです。

工場へのお願い

- ・冒頭で説明した認定制度規定を満たしていることを、更新調査や定期検査にて確認する為、時間をかけて製品を凍結する場合は、適切な製品の凍結温度曲線を測定し、提示できる様お願いします。
- ・凍結後の製品温度に問題がある場合は、これらの温度管理も対象としますので、温度記録を準備して下さい。

『温度管理並びに測定方法について』

ご清聴ありがとうございました。

JFFIC

一般財団法人 日本冷凍食品検査協会
名古屋検査所