

“切れちゃう瞬冷凍A.I.”搭載の三菱冷蔵庫 “MXシリーズ”

鈴木裕哉*
大和康成*
前田 剛*

Mitsubishi Refrigerator "MX Series" Utilizing "Supercool Freezing A.I."

Yuya Suzuki, Yasunari Yamato, Go Maeda

要 旨

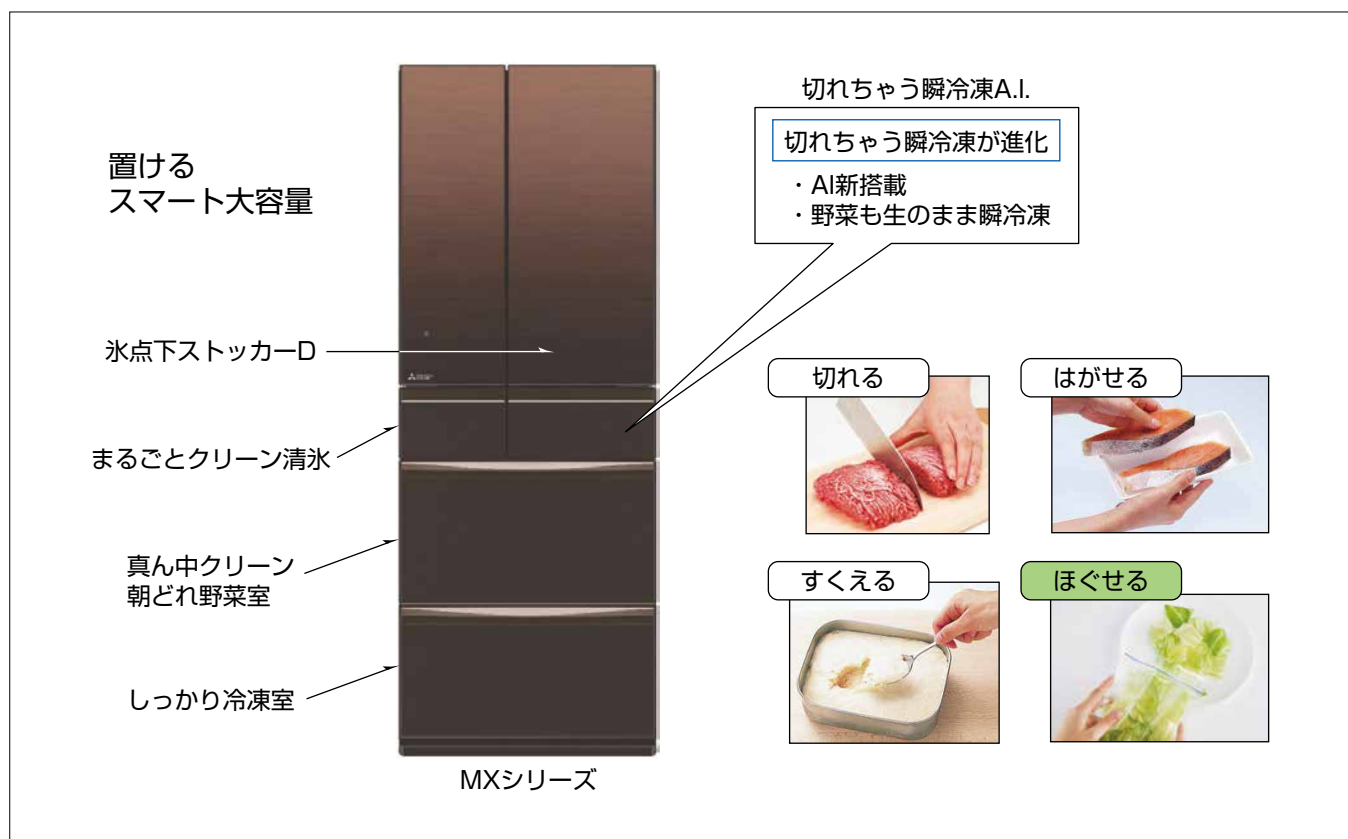
食材をおいしく冷凍し、冷凍保存した肉や魚が切れたり、はがせたり、ソースをすくえたりする三菱電機独自の“切れちゃう瞬冷凍”はユーザーの好評を得ており、2019年発売の新モデルでは更なる進化として、野菜を生のまま、おいしく冷凍でき、解凍いらずで、ほぐしてそのまま調理に使うことができる機能を追加し、ユーザーの家事をサポートすることにした。

しかし、“切れちゃう瞬冷凍”は特殊な温度制御が必要であり、食品投入のたびに、毎回ボタン操作をしなければならない面倒さや操作忘れが不満点として指摘されていた。2019年モデルでは冷凍した野菜をほぐすことができる機能を追加するため、より使用頻度の高まる“切れちゃう瞬冷凍”を更に便利にもっとたくさん使ってもらうために、ボ

タン操作不要の“切れちゃう瞬冷凍”の開発に取り組んだ。

各室の扉開閉センサで日々の扉開閉情報を収集し、ユーザーの標準的な生活パターンを分析し、活動期間、非活動期間を予測することで、ユーザーの瞬冷凍をしたいタイミングを捉え、最適なタイミングで、瞬冷凍を自動で開始することを実現した。さらに、分析した標準的な生活パターンから、活動期間、非活動期間を予測するだけでなく、使い方のずれから、深夜の活動有無を予測することで、ユーザーの様々なライフスタイル・使い方にも適応可能にした。

保存対象食材の拡張と、使い勝手の向上とで、より多くの機会に、より便利にラクに使用できる機能に進化させた“切れちゃう瞬冷凍A.I.”を搭載した三菱冷蔵庫“MXシリーズ”を2019年2月に発売した。



“切れちゃう瞬冷凍A.I.”搭載の三菱冷蔵庫“MXシリーズ”

2019年2月発売の三菱冷蔵庫“MXシリーズ”では、“切れちゃう瞬冷凍”の新機能として、野菜を生のまま、おいしく冷凍でき、解凍いらずで、ほぐしてそのまま調理に使うことができる機能を追加し、保存対象食材を拡張している。また、独自のAI(Artificial Intelligence)技術を開発することで、使い勝手を向上させている。保存対象食品の拡張と使い勝手向上で、より多くの機会に、便利にラクに使用できる“切れちゃう瞬冷凍A.I.”を表現している。

1. ま え が き

当社は、“家事をもっとラクに楽しく”をコンセプトに、様々なライフスタイルに寄り添う冷蔵庫を提案し、ユーザーの好評を得ている。冷凍室が真ん中形態である“WXシリーズ”に加え、2018年には、野菜室が真ん中形態である“MXシリーズ”を新たに展開した。どちらのシリーズでも、限られたスペースにも大容量冷蔵庫が配置できる“置けるスマート大容量”を始め、食材をおいしく冷凍し、冷凍保存した肉や魚が切れたり、はがせたり、ソースをすくえる、解凍いらずの時短クッキングが可能な“切れちゃう瞬冷凍”（図1）、肉や魚を生のまま、おいしく便利に保存できる“氷点下ストッカーD”、野菜をみずみずしく新鮮に保ち、栄養素も増やすことができる“朝どれ野菜室”を搭載し、生鮮食品から冷凍品までをおいしく便利に保存できる冷蔵庫である。

これらの機能の中でも、“切れちゃう瞬冷凍”は高い評価を得ており、2019年モデルで、野菜を生のまま、おいしく冷凍でき、解凍いらずで、ほぐしてそのまま調理に使うことができる機能を開発し（図2）、ユーザーの家事を更にサポートする機能にグレードアップした。

2. 切れちゃう瞬冷凍

食品を長持ちさせるためには冷凍が適切だが、通常の凍らせ方では、食品の表面から中心に向かって徐々に針状の結晶が生成されていき（図3）、細胞にダメージを与えられ、解凍時にうまみ成分が流出してしまう。また、調理の際には、食品を解凍しなければならない手間が発生していた。そこで、これら問題を解決するのが“切れちゃう瞬冷凍”であり、通常は凍ってしまう凍結点を過ぎても食品が凍結しない過冷却現象を応用した、当社独自の冷凍技術である。細胞破壊を抑えて冷凍するため、おいしく冷凍でき、しかも-7℃で保存するため、解凍いらずで必要な分だけすぐに使え、調理の時短を実現している。

この瞬冷凍は、食品の特殊な冷やし方が必要である。初めに、食品全体をゆっくり均一に冷やしていくことで、食品が凍結点を過ぎても凍らない過冷却状態を作り出す。次に、過冷却状態に入った後で、温度変化による刺激を与えることで、過冷却状態を解除する。すると、食品全体に一瞬で氷核が形成される。そして、形成された氷核をベースに微細な氷結晶が食品全体に均一に生成される。最後に、冷却を続け約-7℃まで冷やしこむことで完了する（図4）。

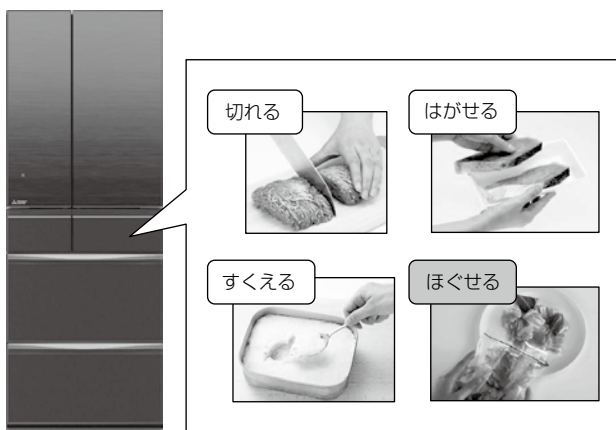


図1. 切れちゃう瞬冷凍

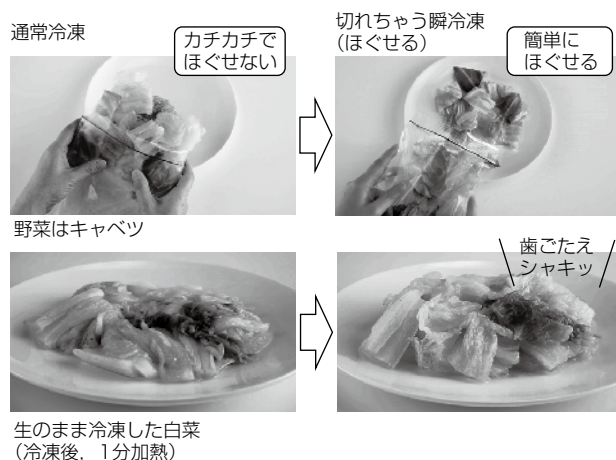


図2. 切れちゃう瞬冷凍(ほぐせる)

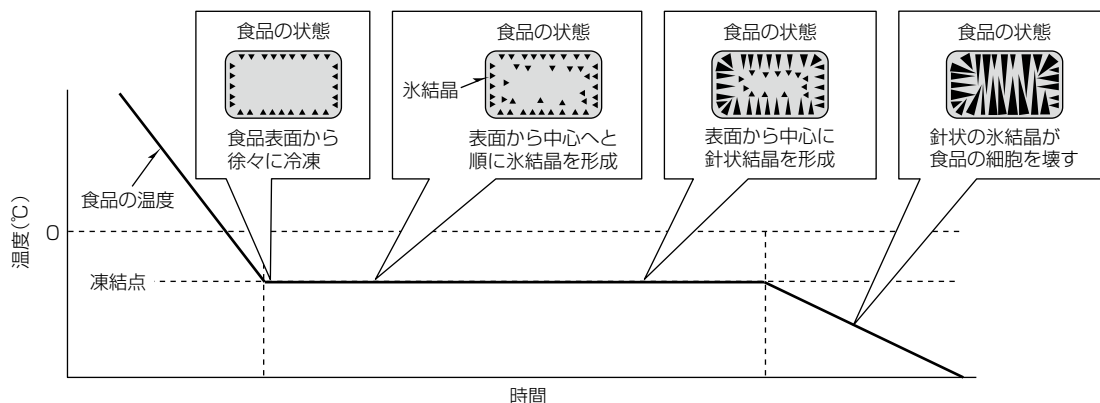


図3. 冷凍の原理

このように、食品を投入してから特殊な温度制御を行う必要があるが、冷蔵庫では食品投入を検知できないため、食品投入した後、ボタン操作をする必要があった。そのため、食品投入のたびに、毎回ボタン操作をしなければならぬ面倒さや、ボタン操作を忘れてしまうことが不満点として指摘されていた。2019年モデルでは冷凍した野菜をほぐすことができる機能を追加するため、より使用頻度の高まる“切れちゃう瞬冷凍”を更に便利にもっとたくさん使ってもらおうべく、ボタン操作不要の“切れちゃう瞬冷凍”の開発に取り組んだ。

3. 食品投入検知

食品投入が検知できれば、ボタン操作なし、つまり自動で“切れちゃう瞬冷凍”を開始できる。まずは、どうすれば食品投入を検知できるか様々な手段の検討を進めた。カメラや各種センサを取り付けるといった解決案を検討したが、コストアップとなってしまう。一方、食品を瞬冷凍する際には、必ず扉を開いて食品を投入することから、扉が開かれたときは瞬冷凍をするときと推定できる。食品投入そのものを検知しなくても、瞬冷凍したいときであれば、瞬冷凍室の扉開閉センサによって予測できるという仮説の下、発想を変えて、食品投入を検知するのではなく、瞬冷凍し

たいときを検知する手段を開発することにした。

当社冷蔵庫は全室独立設計をしており、各室に扉開閉センサを取り付けているため、“切れちゃう瞬冷凍”を行う瞬冷凍室の使用状況を把握することが可能である。しかし、扉開閉があったといっても、食品を入れるときばかりではなく、食品を取り出すことや中身を確認するだけの場合もある。また、単純に瞬冷凍室の扉開閉の都度、瞬冷凍を開始する仕様になると、一連の特殊な温度制御が完了する前に、初めから再開始してしまい、過冷却状態を解除して食品を凍結させるタイミングの前に、食品の温度を上昇させてしまうため、食品が凍結しない可能性がある(図5)。

そこで、実際にユーザーが瞬冷凍をどのようなタイミングで行いたいかを把握するため、冷蔵庫がどのような使われ方をしているかを調査した。その結果、冷蔵庫の使われ方は、大きく三つのパターンに分類できた。一つ目は、専業主婦がいる家庭であり、朝食/昼食/夕食といった料理や食事のタイミングでの扉開閉が多い。二つ目は、二世帯のような、多くの人が冷蔵庫を使っている家庭であり、1日中扉開閉が多い。三つ目は、昼間は不在の共働きの家庭であり、朝食/夕食時のタイミングで扉開閉が多い。また、パターンは三つに分類されるが、どの家庭でも、極端に扉開閉の少ない時間帯、つまり寝ている時間帯が必ず存在した。

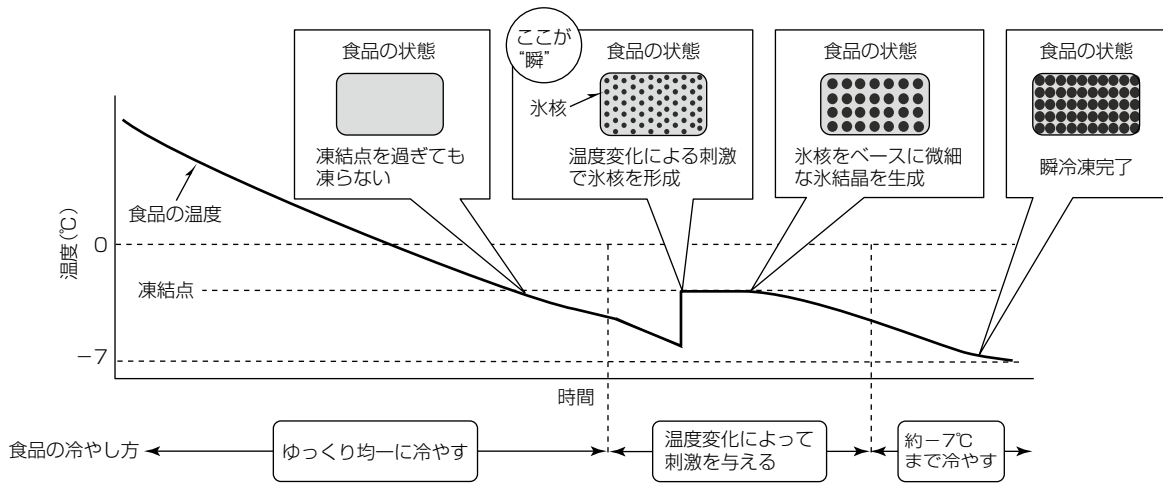


図4. 切れちゃう瞬冷凍の原理

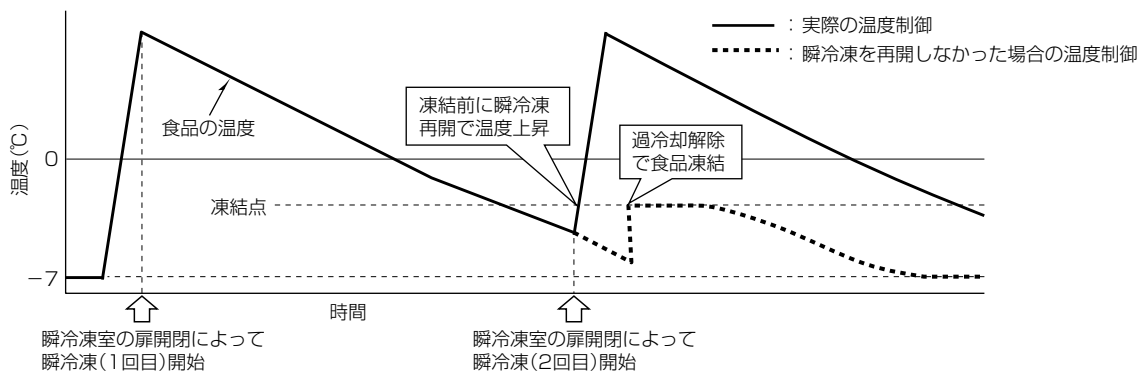


図5. 扉開閉時の瞬冷凍再開

さらに瞬冷凍室の使われ方を調査すると、朝食／昼食／夕食といった料理や食事のタイミング(ユーザーの活動期間)で使用されており、それ以外のタイミング(ユーザーの非活動期間)ではほとんど使われていない。つまり扉開閉の情報から、活動期間と非活動期間を捉えられれば、瞬冷凍を開始すべきタイミングを予測できる。

4. “切れちゃう瞬冷凍A.I.”

4.1 切れちゃう瞬冷凍の自動化

冷蔵庫の扉開閉情報から、活動期間と非活動期間を予測する。これを実現するに当たり、近年のトレンドであるAIを活用した。AIは大きく、情報収集、分析、予測、実行の四つのステップで構成される(図6)。情報収集には先に述べた扉開閉データを使い、ユーザーの生活パターンを分析し、瞬冷凍をしたいかどうかを予測し、瞬冷凍を実行させることで切れちゃう瞬冷凍の自動化を実現する。



図6. AIプロセス

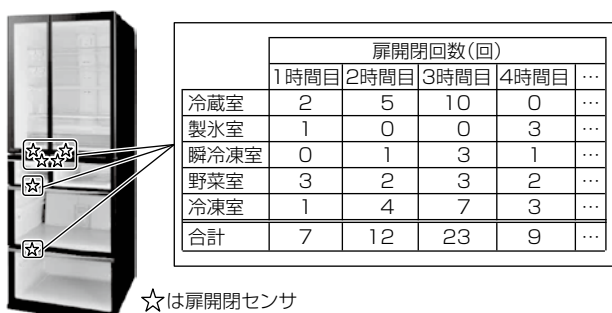


図7. 扉開閉データの収集

初めに、冷蔵庫の全扉につけた扉開閉センサによって、各室の1時間ごとの扉開閉回数を“収集”する(図7)。

次に、収集した扉開閉回数を基に、ユーザーの24時間の標準的な生活パターンを“分析”する。一日ごとにその日の使い方を標準的な生活パターンに反映し、新たな生活パターンとして更新していく。これによって、これまでの使い方を反映しつつ、長期間使い続ける中で、家族構成やライフスタイルの変化といった、冷蔵庫の使われ方の変化にも合わせて生活パターンを更新できる。また、扉の開閉回数が極端に少ない場合は、旅行・外出によって不在と判断し、生活パターンの更新を行わないことで、実際に使っている日の使用状況を標準的な生活パターンに反映して新たな生活パターンとして更新していく(図8)。

続いて、標準的な生活パターンから、活動期間と非活動期間の“予測”を行う。単純に扉開閉の回数だけを見ていると、回数が多い時間帯と、少ない時間帯が、24時間の中で複数存在し、活動期間と非活動期間の区別がつかない(図9)。そこで、標準的な生活パターンの中で“これまで最も使われていない”かつ“これから使い始める”時間を捉

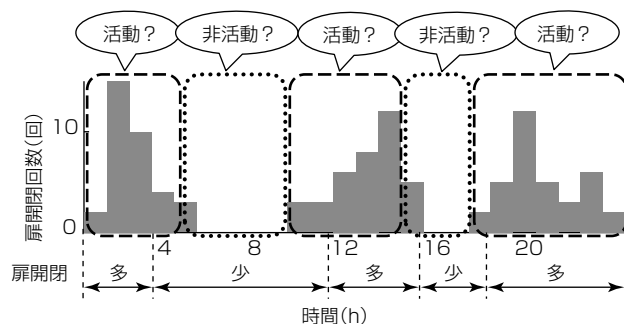


図9. 扉開閉による活動/非活動期間の予測

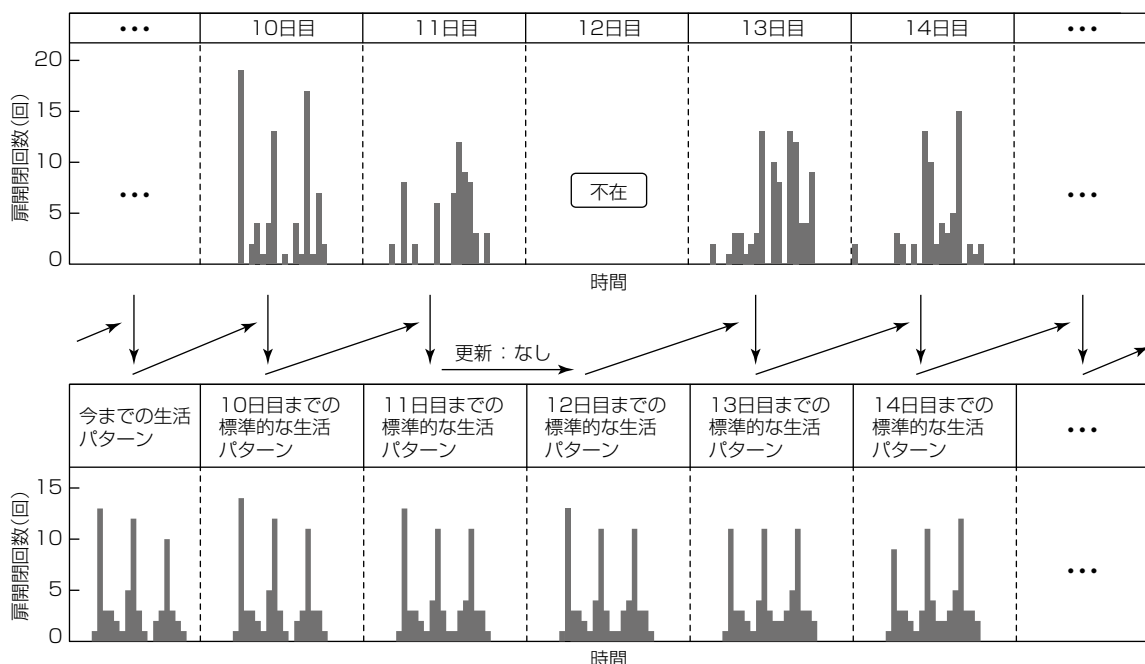


図8. 生活パターンの分析

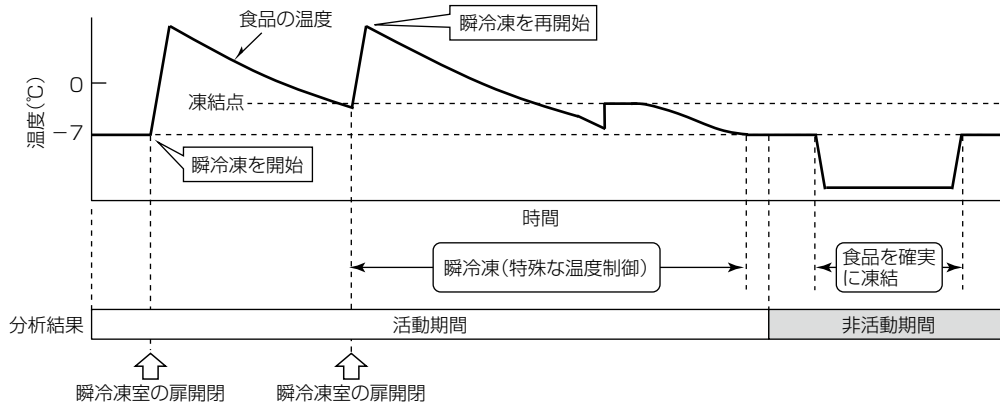


図11. 自動開始の瞬冷凍

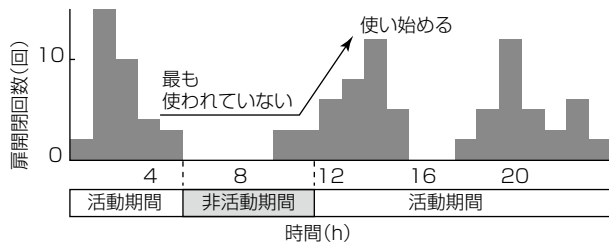


図10. 活動期間と非活動期間の境界

えることで、非活動期間と活動期間の境界を導き出すことが可能である(図10)。この境界を基に、活動期間と非活動期間を予測する。

最後に実行である。活動期間、つまりユーザーが瞬冷凍を行いたいタイミングでは、瞬冷凍室の扉開閉を検知したら瞬冷凍を開始する。ただし、先に述べたとおり、扉開閉のたびに瞬冷凍を再開させてしまうと、過冷却状態を解除して食品を凍結させるタイミングの前に、食品の温度を上昇させてしまい、食品が凍結しない可能性があるため、非活動期間では、食品の温度を下げて、確実に凍結させる(図11)。

このように、日々の扉開閉の状況から、ユーザーの標準的な生活パターンを分析し、活動期間、非活動期間を予測することで、ユーザーが瞬冷凍を行いたいタイミングを捉え、最適なタイミングで、瞬冷凍を自動で開始し、また、確実に食品を凍結させることを実現した。

4.2 ずれ検知

普段の標準的な生活パターンを予測できたとしても、必ず毎日同じ使い方をするとはいえない。例えば、週末で休みのため、普段より遅く起きて行動している日がある。こういった日は夜中(非活動期間)にも扉開閉があり、瞬冷凍が使われる可能性がある。しかし、先に述べた仕様のままだと、非活動期間に瞬冷凍をするために、食品を瞬冷凍室に投入し、扉開閉しても瞬冷凍を開始しない。そこで、いつもと違う使い方、つまり生活パターンのずれを検知する必要がある。

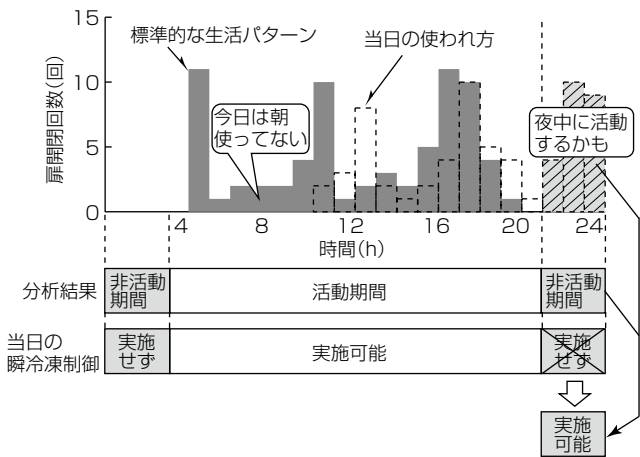


図12. 予測ずれ対応

ずれの検知には、標準的な生活パターンと、当日の使われ方を比較する。日中(活動期間)の使われ方が普段と異なる場合は、夜中(非活動期間)でも、活動する可能性、つまり瞬冷凍をする可能性があるとして予測する。その場合、非活動期間であっても、瞬冷凍室の扉開閉による瞬冷凍を開始可能にし、いつもと違う使われ方をしても、最適なタイミングで瞬冷凍を開始できる仕様に改善した(図12)。

標準的な生活パターンから、活動期間、非活動期間を予測するだけでなく、使い方のずれから、非活動期間の活動有無を予測することで、ユーザーの様々なライフスタイル・使い方に対して、ボタン操作不要の“切れちゃう瞬冷凍A.I.”を実現した。

5. むすび

独自のAI技術を開発し、ボタン操作不要の“切れちゃう瞬冷凍A.I.”を開発した。保存対象食材の拡張と、使い勝手の向上とで、より多くの機会に、より便利にラクに使用できる機能に進化した“切れちゃう瞬冷凍A.I.”を搭載するMXシリーズを2019年2月に発売した。

今後もAI技術の開発に取り組み、省エネルギー・品質向上といった、更なる展開に取り組んでいく。