

発酵食品製造における ベイズ推定を用いた発 酵管理の自動化

1

徳永ゼミ
櫻井貴也



目次

- 1、背景
- 2、中小企業がIoTを導入するための条件
- 3、手法の提案①②
- 4、システム構成①②③
- 5、実装①②③④⑤
- 6、考察・結果
- 7、今後の評価について

1、背景

現状

- ▶大手の発酵食品製造業ではIoTを導入し労働環境の改善が進んでいる
- ▶石川県に多く存在する発酵食品製造業はIoT導入が進んでいない
- ▶深夜労働、休日の緊急時の対応等の課題改善がなされていない

疑問点

- ▶なぜ、中小企業ではIoT導入に踏み切れないのか？

2、中小企業がIoTを導入するための条件

導入条件①

メンテナンスが不要な設備であること

導入条件②

PC操作が不要なアプリケーションであること

3、手法の提案①

導入条件①・・・メンテナンスが不要な設備であること



水洗い可能な無線式センサを用いる

データはUSBに接続するだけで収集できる

センサは充電するだけで特別なメンテナンスは必要ない



3、手法の提案②

導入条件②・・・PC操作が不要であること

➡ 日本語で状態を表現する

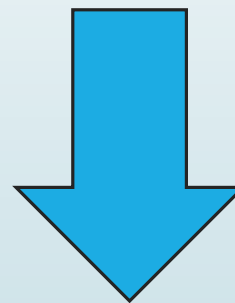
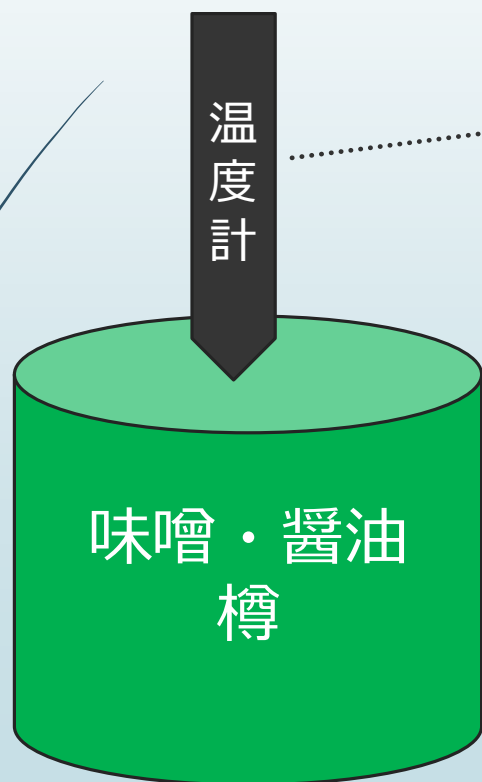
「XXの時の温度が高すぎたので過発酵になる可能性があります」
グラフの読み取りやPCの操作は不要になる



ベイズ推定を用いる
原因と結果が明確になるため

3、システム構成①

食品の内部温度を測定し
パソコンで分析を行い**正常異常判断**
をする



正常異常判断

4、システム構成②

株式会社KNラボラトリーズ
温度データロガー『サーモクロンGタイプ』

測定可能温度範囲：-40°C～+80°C

表示最小単位：0.5度

1回の計測記憶数：連続2048データ

外形寸法・重量：[直径] 約17mm× [厚さ] 約6mm
[重さ] 約3.3g



4. システム構成③

ベイジアンネットワーク構築

ツール『BayoLinkS』

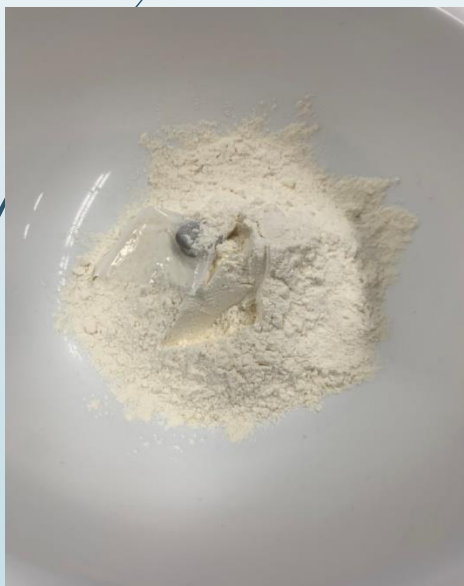
原因と要因が複数あり、計算が複雑

GUI（グラフィカルユーザーインターフェース）アイコン操作を簡単に自動化してくれる

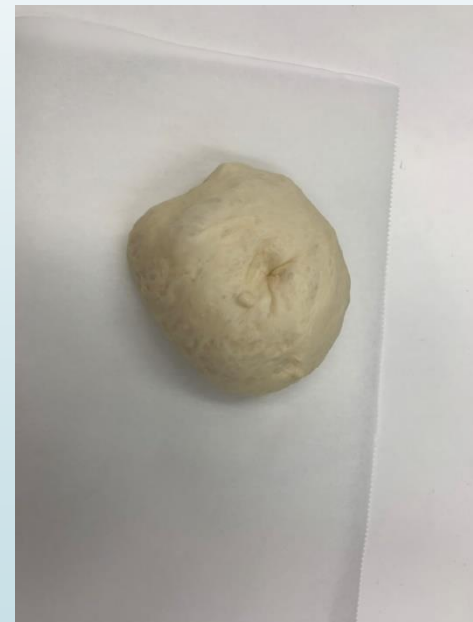
機械学習が確率を常に最新のものにしてくれる

5、実装①

今回、醤油や味噌の代わりにパンを代用して実験を行った
センサを実際にパンに埋め込み内部温度を測定した



右の写真では、過発酵の際に起きる生地を押した際に戻ってこない現象



5、実装②

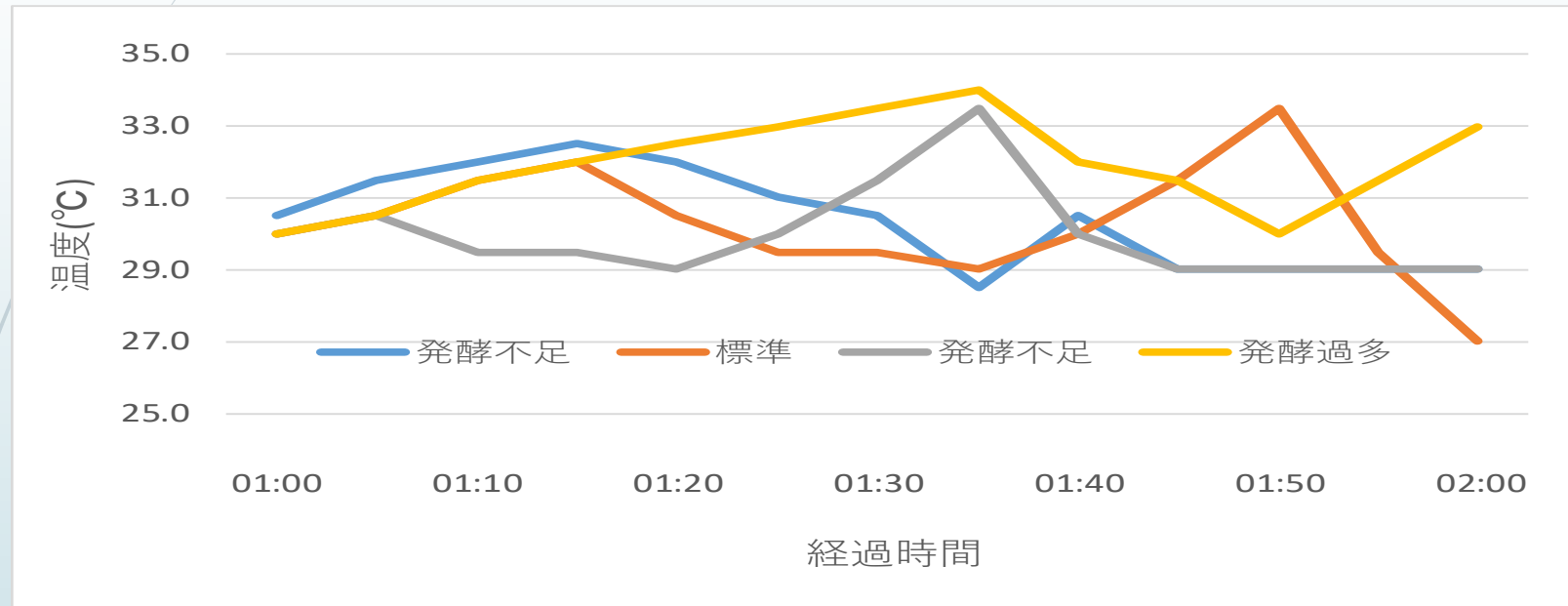


図1、パンの発酵過程のリアルタイムデータ

上記のデータから経過時間と一次発酵と二次発酵においての時間と温度が結果に大きく左右していることが予測される事が分かった

5、実装③

試行回数	経過時間0	最高最低温度0	面積0	経過時間1	最高最低温度1	面積1	経過時間2	最高最低温度2	面積2	経過時間3	最高最低温度3	面積3	結果
1	20	-6	600	50	7	1619	15	-1.5	458.75	15	2	369	0
2	20	-5.5	611.25	50	7.5	1647.5	20	-2	587.5	15	2	458	1
3	20	-8	597.5	50	6.5	1595	20	-1.5	591.25	15	3.5	473.75	1
4	20	-8	597.5	50	6.5	1595	20	-1.5	591.25	15	3.5	477.5	1
5	20	-7.5	600	45	7	1311.25	15	-4	448.75	20	4	658.75	1
6	20	-7	600	45	7	1311.25	15	-3.5	448.75	25	4.5	835	1
7	20	-7	597.5	45	7	1306.25	15	-4	448.75	30	5	1012.5	0
8	20	-7	600	45	7	1311	15	-4	449	35	5.5	1193.75	0
9	20	-10	611.25	50	8.5	1540	15	-2.5	456.25	15	3.5	490	1
10	20	-10	611	55	9	1711.25	15	-2.5	456.25	15	3.5	490	1

表1、入力用データ

0では捏ねる段階、1では一次発酵、2ではガス抜き（ブレイクタイム）
3では二次発酵の4工程に分けてデータを整理した
面積は温度×時間で出した

5、実装④

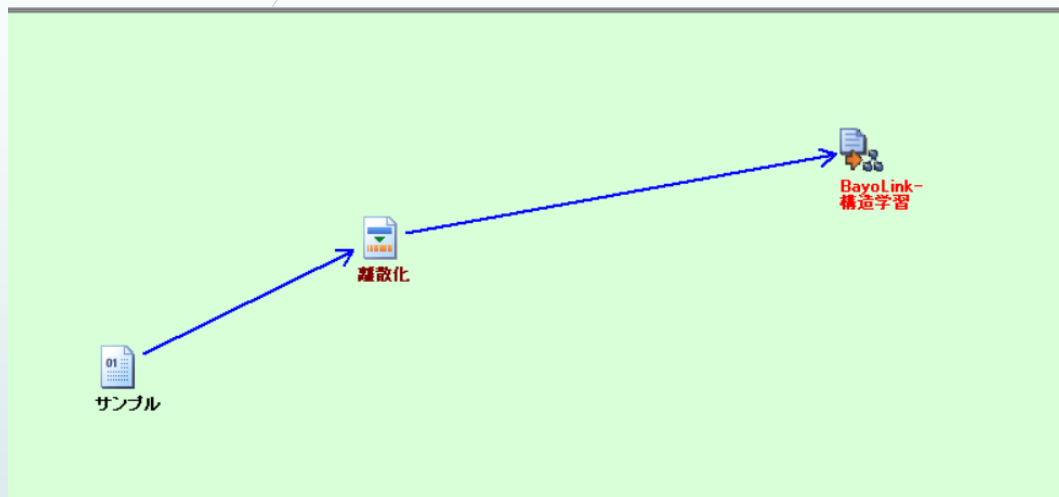


図1、VAPのモデル図

データが大きく小数点を含んでいたため、離散化することでデータを5つに分けてオーバーフローを抑えたデータを構造学習に入力した

The screenshot shows a window titled '離散化' (Discretization) with a 'Help' button in the top right corner. The window contains a table with columns for '選択' (Selection), '列名' (Column Name), '分割数' (Number of Divisions), 'アルゴリズム' (Algorithm), '目的変数' (Target Variable), and '区間設定' (Interval Setting). Each row has a checked checkbox in the '選択' column and a '設定' (Settings) button in the '区間設定' column. At the bottom right, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

選択	列名	分割数	アルゴリズム	目的変数	区間設定
<input checked="" type="checkbox"/>	経過時間0	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	最高最低温度0	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	面積0	5	群内二乗和		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	経過時間1	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	最高最低温度1	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	面積1	5	群内二乗和		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	経過時間2	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	最高最低温度2	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	面積2	5	群内二乗和		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	経過時間3	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	最高最低温度3	5	等間隔		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	面積3	5	群内二乗和		設定
<input checked="" type="checkbox"/>	結果	2	等間隔		設定

図2、離散化した際の図

5、実装⑤

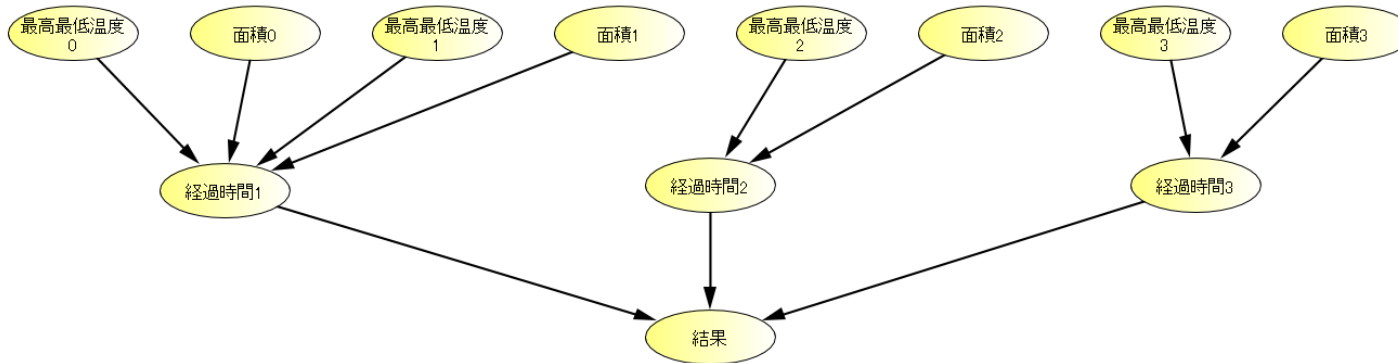


図3、モデル図

(得られた点)

上記の図から、結果に対して経過時間が大きく影響を与えており
その上に他の条件が左右している点

6、考察・結果

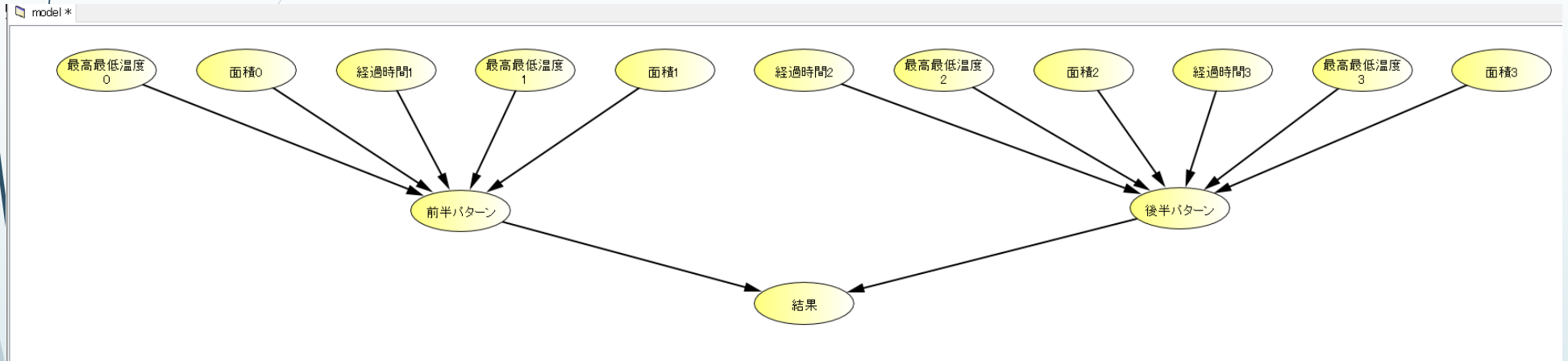
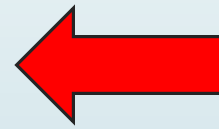
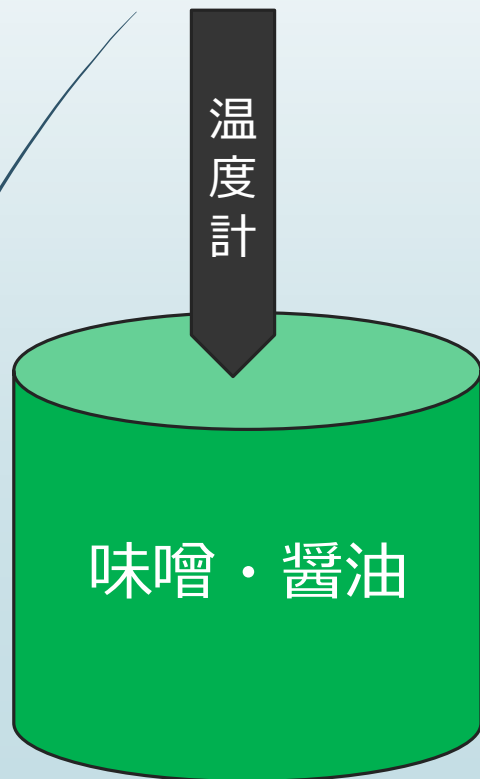


図4、理想図

今回、結果として図3のモデル図が得られたが私は図4を理想図としたが上のようなモデル図とは異なった結果が得られた理由として、結果の状態数が少なかったため正確な確率が得られなかったと考える

6、今後の評価について

発酵機を用いずに自然環境と時間の変化からベイズから言われたとおりに行うことで作れるのか温度管理につく人がいなくなることで有効性を検証したい





参考文献

- 1).「日本酒のもろみ発酵の温度管理にIoT活用
<https://case.sakura.ad.jp/case/144/>」
- 2).「マルコメデジタルトランスフォーメーション
<https://www.hoyads.com/case/marukome>」
- 3).「中小企業IT/IoTロードマップ経済産業省
<https://www.chugoku.meti.go.jp>