

# 統計的手法を利用したゲルのテクスチャー予測

食品加工技術室 担当者：藤野

## 背景と目的

ゲル化剤を用いて調製するゲル化食品は、ゲル化剤の組み合わせや塩類の添加により様々な物性の創出が可能である一方、物性に対して原料間で交互作用を有することが多く、目的とするゲルの物性を得るまでの試作回数が多くなる傾向にある。本研究では試作回数の削減を目的に、原料添加量とテクスチャー特性の関係について、少量の測定データから最適パラメータを探索するための手法として食塩添加ジェランガムゲルをモデルに応答曲面法の適用と妥当性評価を行った。

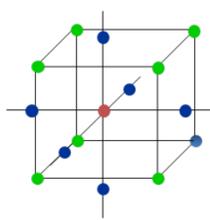
## 方法

### 〈実験計画〉

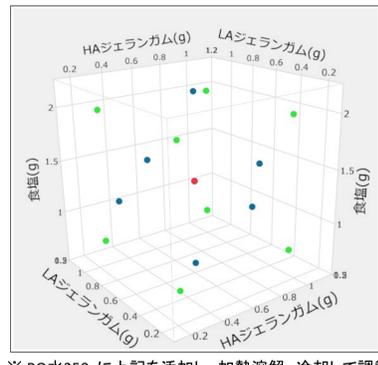
中心複合計画 (応答曲面法)

因子 ネイティブジェランガム (HA)  
脱アシル型ジェランガム (LA)  
食塩

応答 かたさ (応力)  
凝集性  
付着性  
瞬間弾力性



配合条件

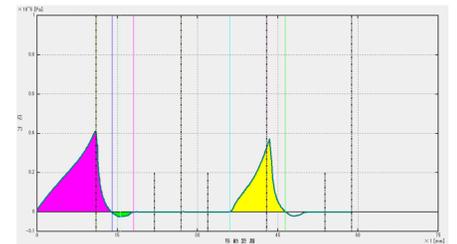


※ RO水250gに上記を添加し、加熱溶解、冷却して調製

- 各因子の2水準の完全実施計画
- 水準の+または-1.278倍(直交)、他の因子は中心条件とした水準
- 各因子の中心条件 (n=3)

### 〈物性測定〉

えん下困難者用食品許可基準の試験方法に準じた方法で、20℃に調整した試料のかたさ(応力)、凝集性、付着性および圧縮1回目の咀嚼曲線における瞬間弾力性<sup>1)</sup>を測定・算出した。



参考文献: 1) 岡部 輝 (1977), 食品のテクスチャー測定における咀嚼曲線の解析, 食物学会誌, 32, 1-13

### 〈統計解析および妥当性評価〉

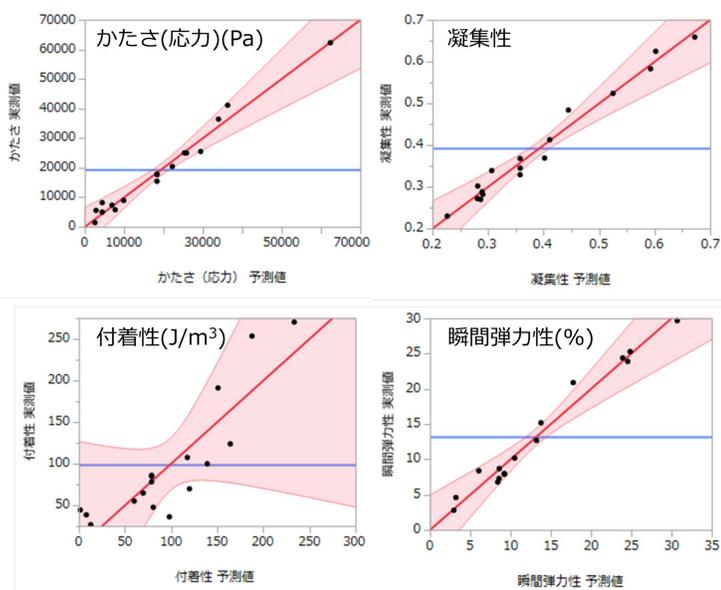
応答曲面解析: 交互作用を含む2次の回帰モデル

評価項目: Luck of Fit検定、自由度調整済み寄与率、分散分析

検証試験: 任意の原料配合量で調製したゲルの物性実測値と予測値の比較

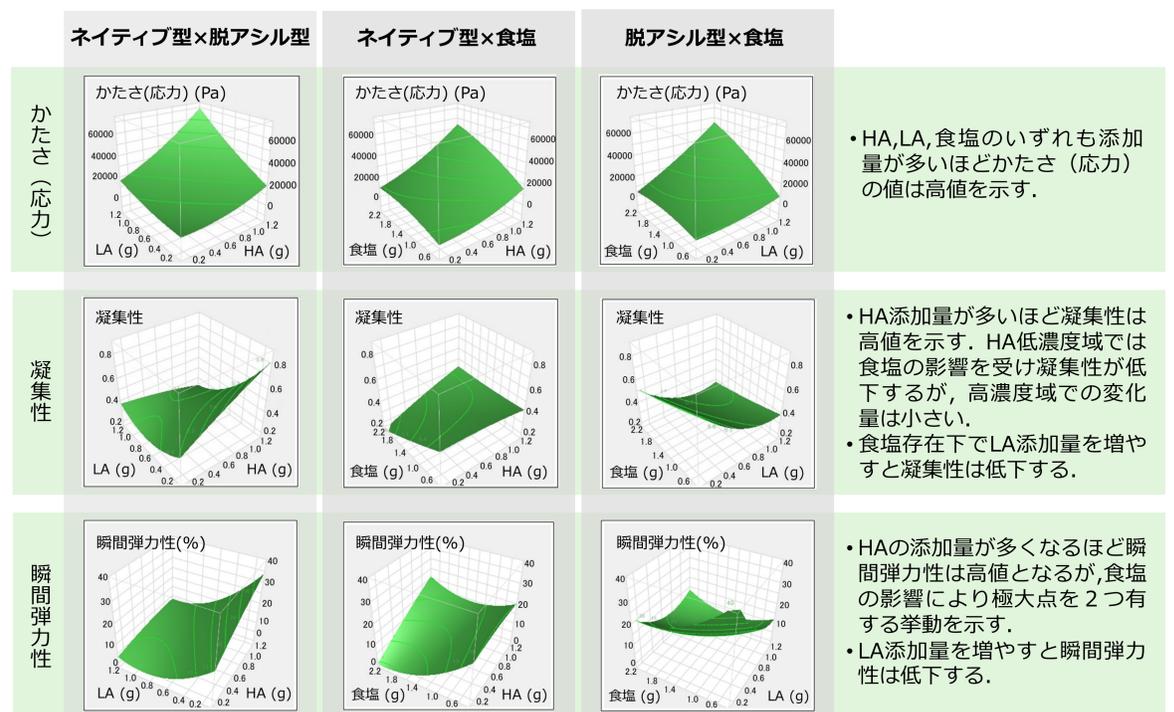
## 結果

### 〈実測値と予測値の関係〉



	かたさ(応力)	凝集性	付着性	瞬間弾力性
Luck of Fit(あてはまりの悪さ)検定 のp値*	0.1034	0.2725	0.0042	0.0005
予測式の自由度調整R2乗値	0.9785	0.9484	0.4366	0.9377
分散分析のp値	<0.0001	<0.0001	0.1332	<0.0001

### 〈配合原料量と各物性値の応答曲面モデル〉



• HA, LA, 食塩のいずれも添加量が多いほどかたさ(応力)の値は高値を示す。

• HA添加量が多いほど凝集性は高値を示す。HA低濃度域では食塩の影響を受け凝集性が低下するが、高濃度域での変化量は小さい。  
• 食塩存在下でLA添加量を増やすと凝集性は低下する。

• HAの添加量が多くなるほど瞬間弾力性は高値となるが、食塩の影響により極大点を2つ有する挙動を示す。  
• LA添加量を増やすと瞬間弾力性は低下する。

### 〈検証試験〉

配合	項目	かたさ(応力) [Pa]	凝集性	付着性 [J/m <sup>2</sup> ]	瞬間弾力性 [%]
試験①	HA 0.35g 物性予測値	8009	0.355	60.81	9.29
	LA 0.4g 物性実測値	8391	0.351	65.52	8.94
	食塩 1.5g 予測値と実測値のずれ%	+4.8	-1.1	+7.7	-3.8
試験②	HA 0.85g 物性予測値	15472	0.535	59.07	19.34
	LA 0.35g 物性実測値	16593	0.506	79.78	18.58
	食塩 1.25g 予測値と実測値のずれ%	+7.2	+5.4	+35.1	+3.9

## まとめ

- かたさ(応力)と凝集性の応答曲面モデルは予測式の精度および検証試験結果から有用性が確認できた。
- 付着性は予測式の精度が低く、原料の添加量以外の因子の関与が示唆された。
- 瞬間弾力性の予測式はLuck of Fit検定においてあてはまりの悪さが見られたが、自由度調整R2乗値の信頼性と分散分析では有意性が認められた。検証試料の予測値と実測値とのずれは小さかったことから、瞬間弾力性の応答曲面モデルは傾向把握に使用可能であることが示唆された。