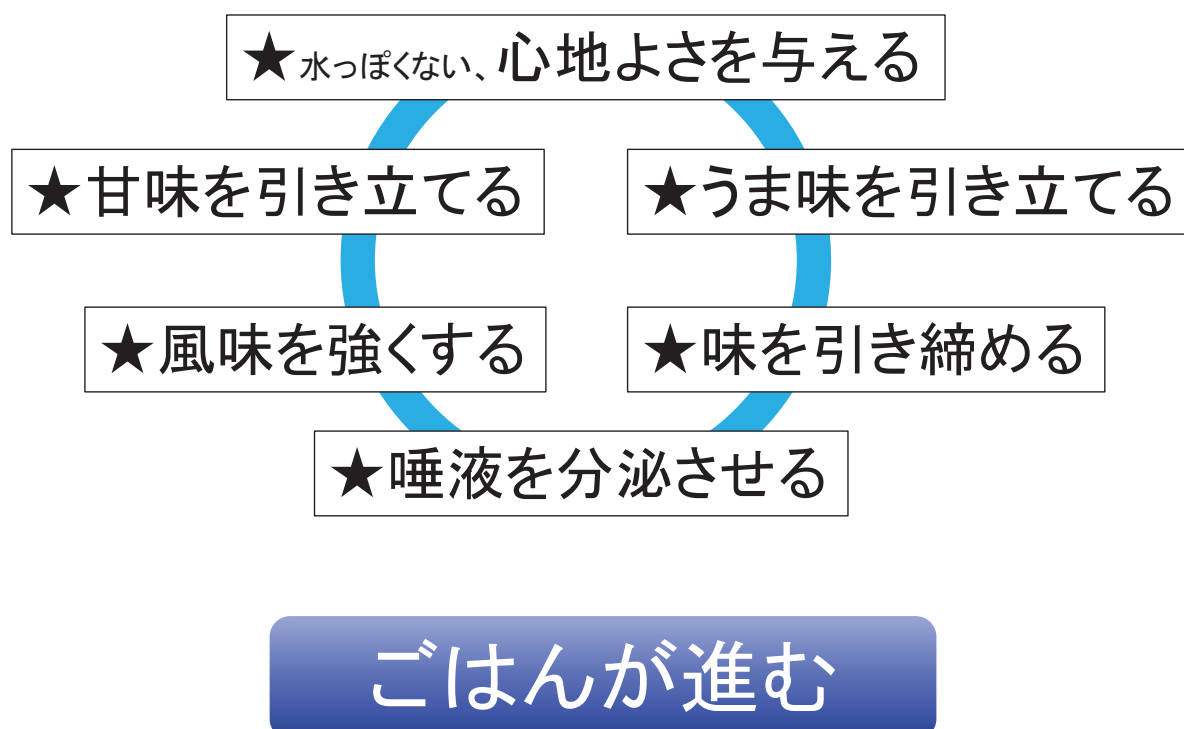


「あと一步、何かが足りない減塩法」

－おいしさの補強と塩味の増強－

農研機構食品研究部門 食品健康機能研究領域 河合崇行

(意外と)塩味は重要



「和食」における塩味の役割

(1)多様で新鮮な食材とその 持ち味の尊重

薄いダシや塩を使って
素材の味を引き出す。

(2)健康的な食生活を支える 栄養バランス

野菜由来の食物繊維と
脂質に頼らない味付け。

(3)自然の美しさや季節の移 ろいの表現

春夏秋冬 旬の食材を楽しむ。

(4)正月などの年中行事との 密接な関わり

稲作を中心とした米飯文化。



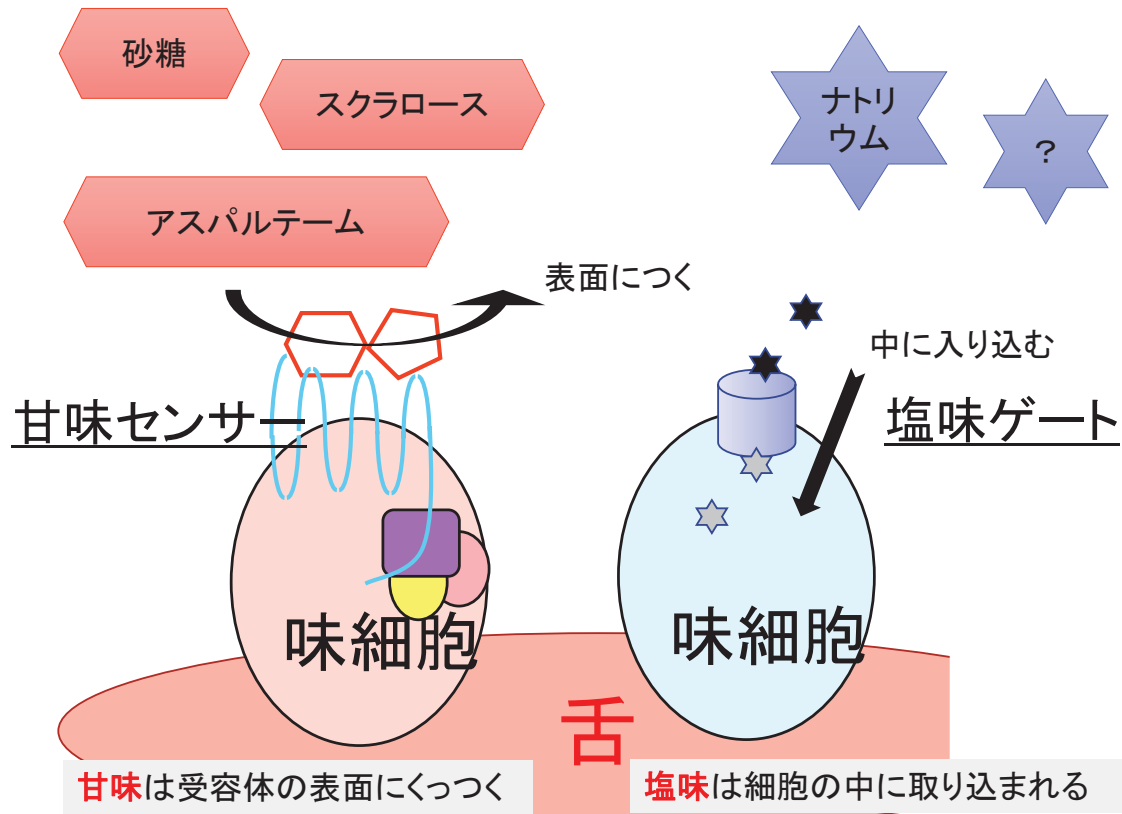
味の代替物



は基本五味と呼ばれている。

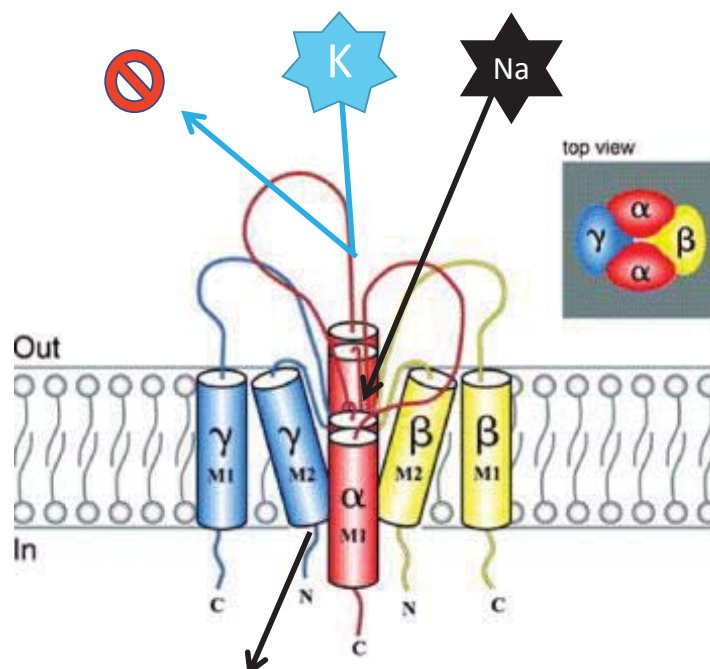
人工甘味料はたくさんあるのに、
塩味の代替物はなぜないの？

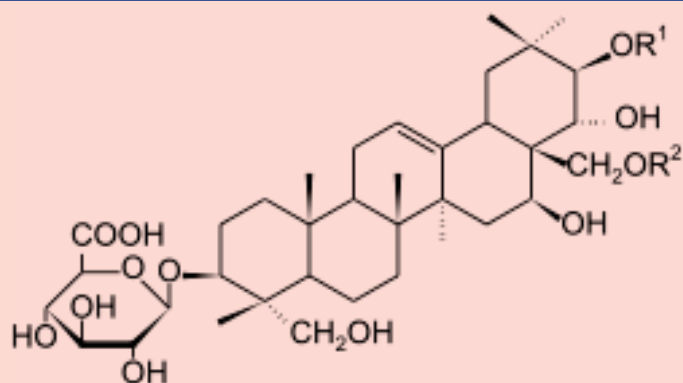
甘味を抑える物質はあるのに、
塩味を抑える物質はなぜないの？



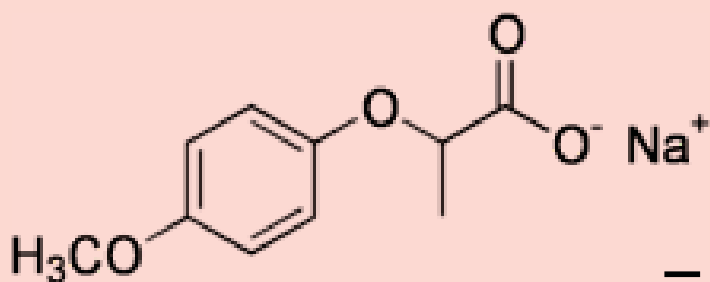
塩味チャネル

新たなデザイン(小さい分子?)

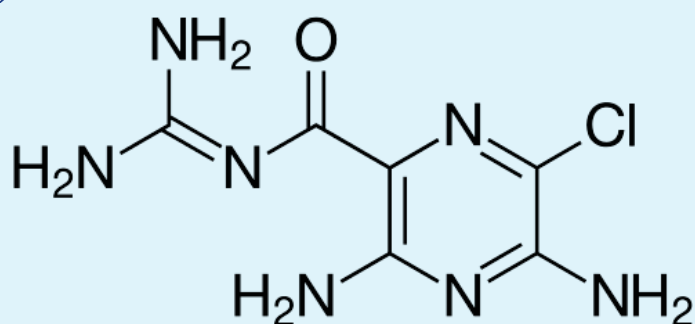




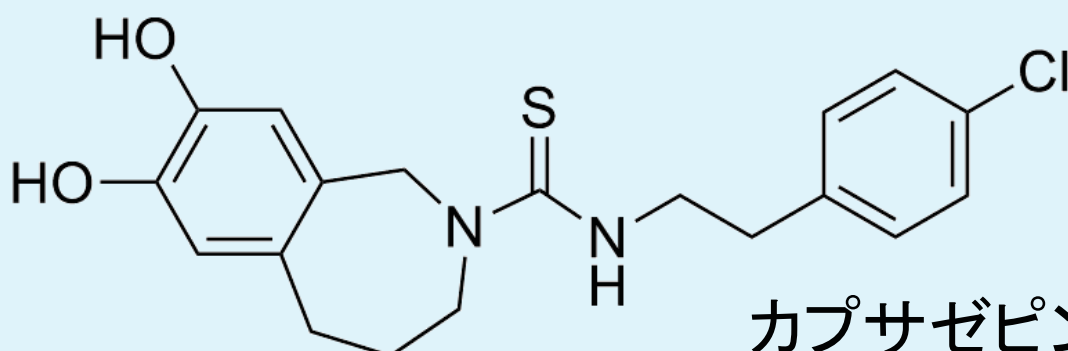
ギムネマ酸



ラクチゾール

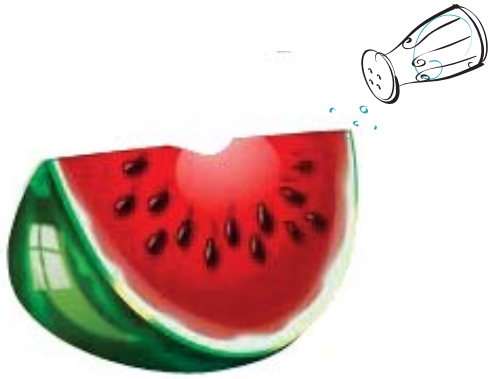


アミロライド

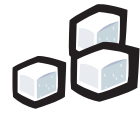


カプサゼピン

味同士の錯覚効果

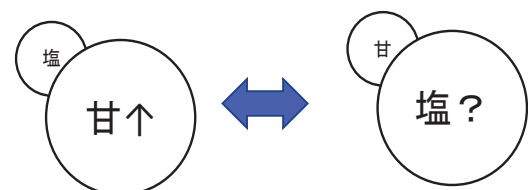
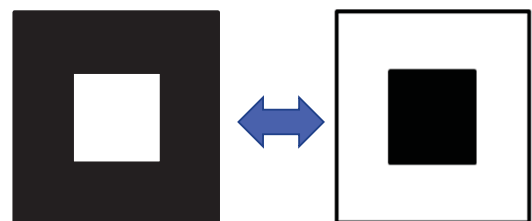
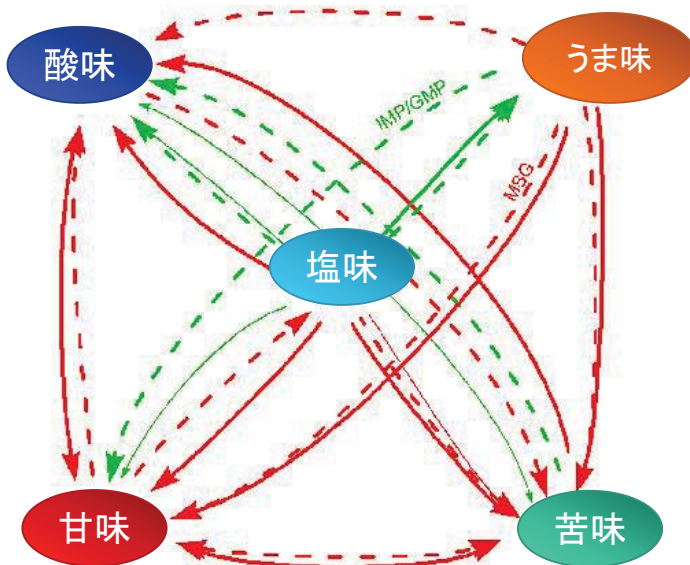


甘味が強くなってる!!



苦味が抑えられてる!!

味の対比効果

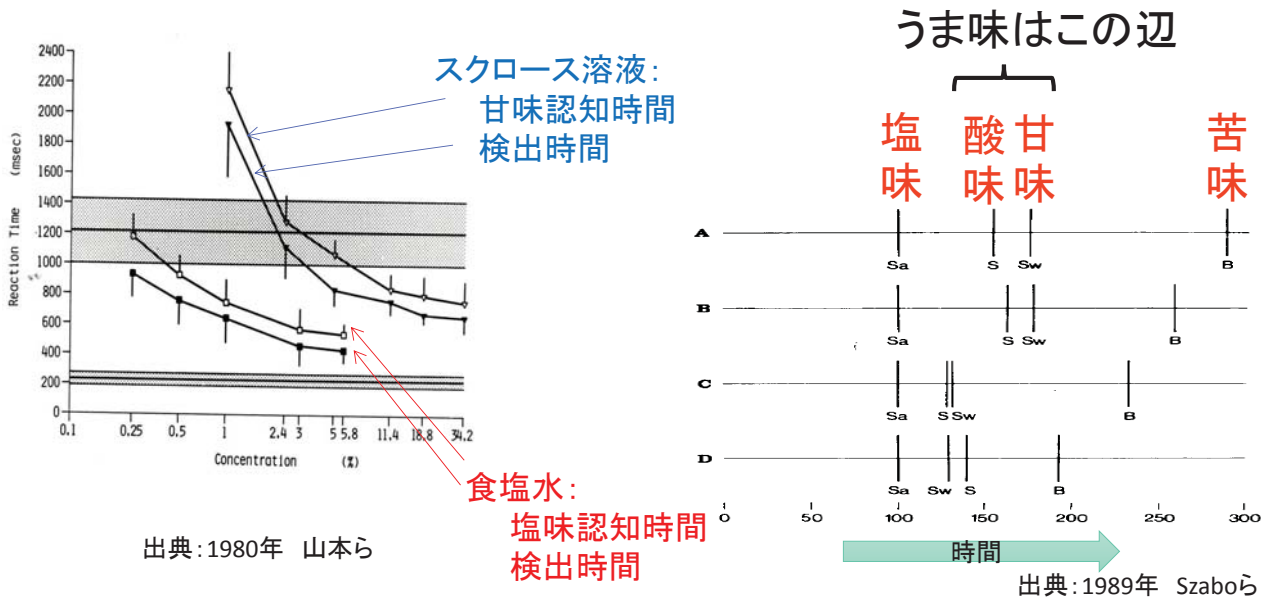


添加濃度	効果
低濃度	増強
中濃度	抑制
高濃度	増強

塩味で甘味を強められるのに、甘味で塩味を強められないのはなぜ？

ヒトにおける甘味・塩味の反応時間

舌の上に溶液が接してから、手押しボタンを押すまでの反応時間を計測



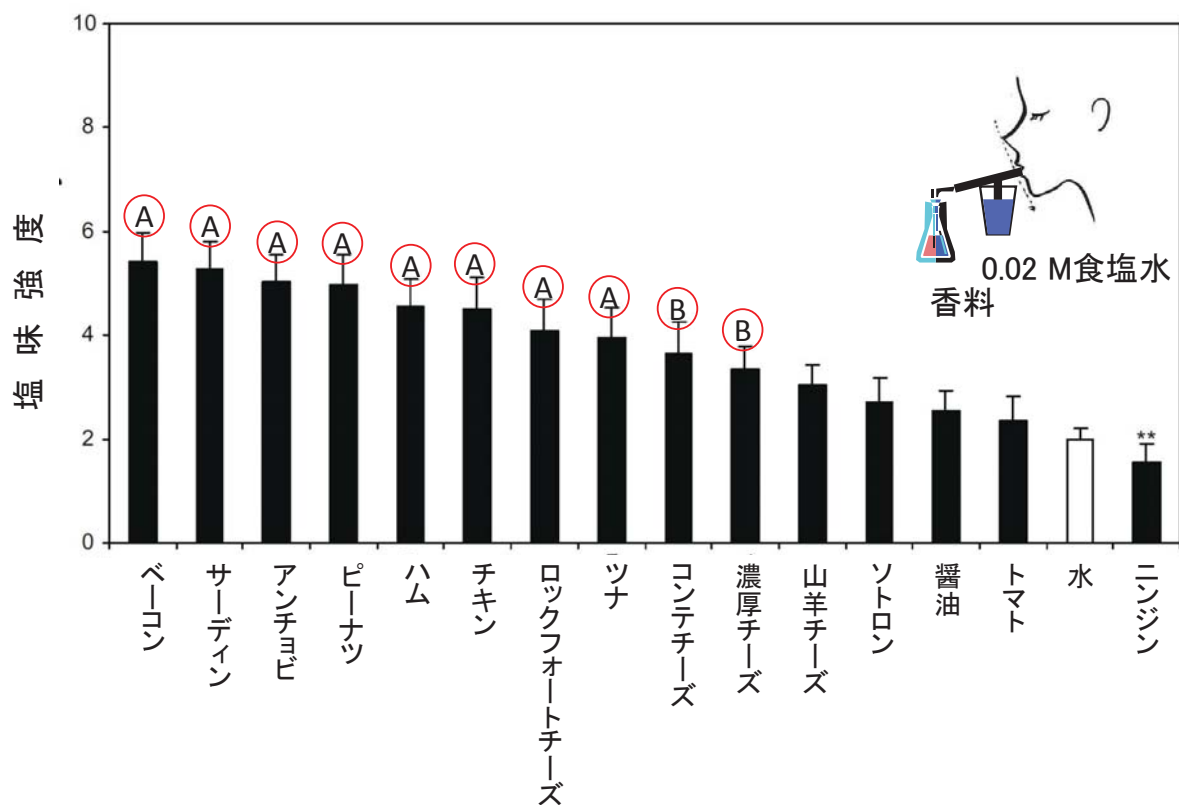
甘味より塩味の方が先に感じる

ちょっと寄り道

塩味より早い刺激は？



フレーバーによる塩味増強



出典: G.Lawrence ら Food Quality and Preference, Volume 20, Issue 3, 2009, 241-248

香気を利用した減塩

甘い香り

酸っぱい香り

しょっぱい香り?



醤油由来香気成分
4種の組合せで塩
味増強するという
特許が出ている。



奥野製薬「ぼたしおOD」

薫煙臭のついた塩が
販売されている。

甘味や酸味は塩味に変化をもたらしのだろうか？

プロの錯覚／一般消費者の錯覚 農研機構

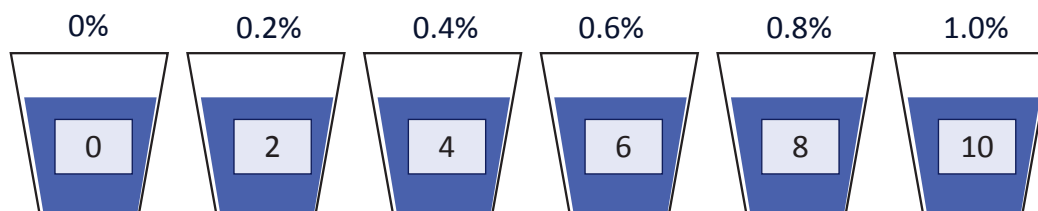
官能評価のプロ： 熟練者

VS.

一般消費者： 初心者



- NaCl水溶液の強度をカップの数値と対応させて覚える

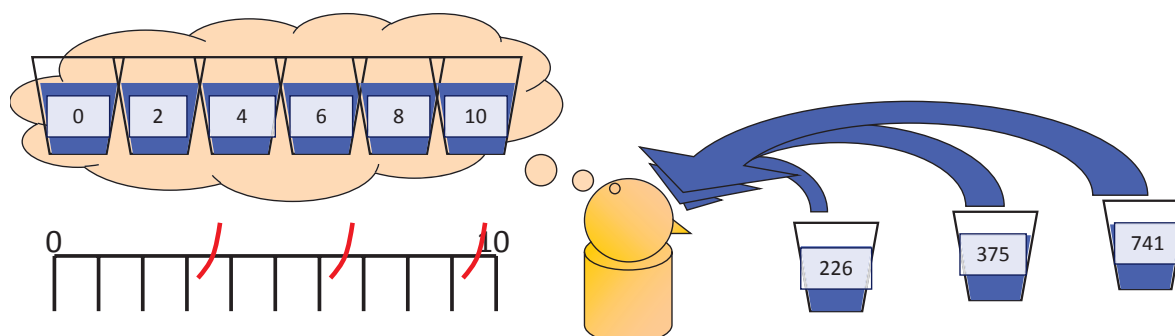


- 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0% w/wの濃度のNaCl水溶液を用いた。濃度の10倍の数値 (0, 2, 4, 6, 8, 10) が書かれたカップで各50ml

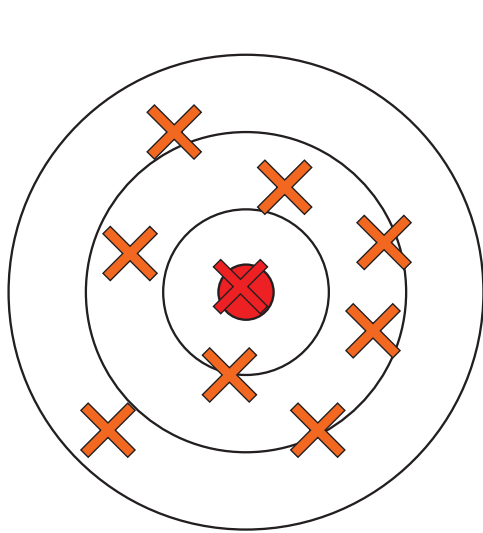
強度評定

学習した強度に基づいて水溶液の強度評定する

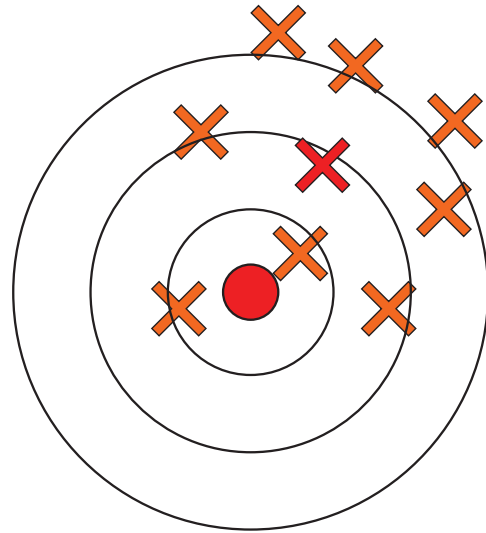
- 学習した数値(尺度)を基準とし、ランダムな順序で提示された3種類のNaCl水溶液を、ビジュアルアナログスケールにて強度評定を行った。



真の値にどのくらい近いか

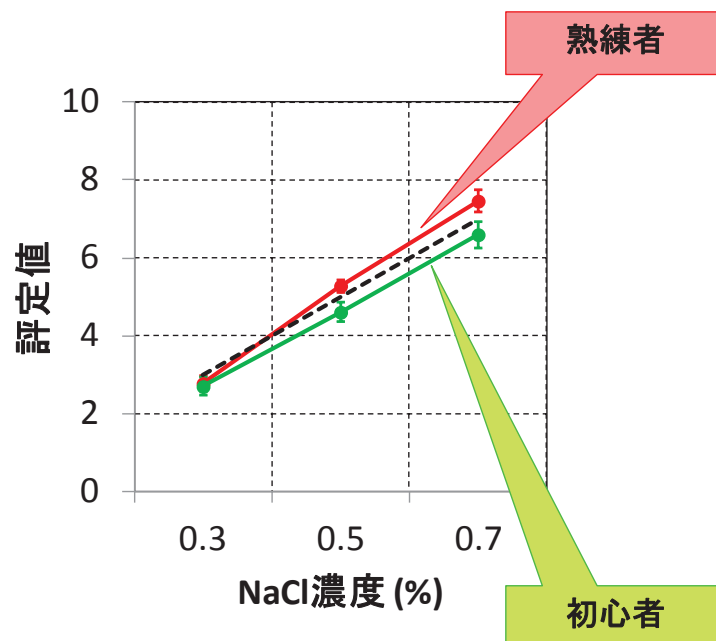


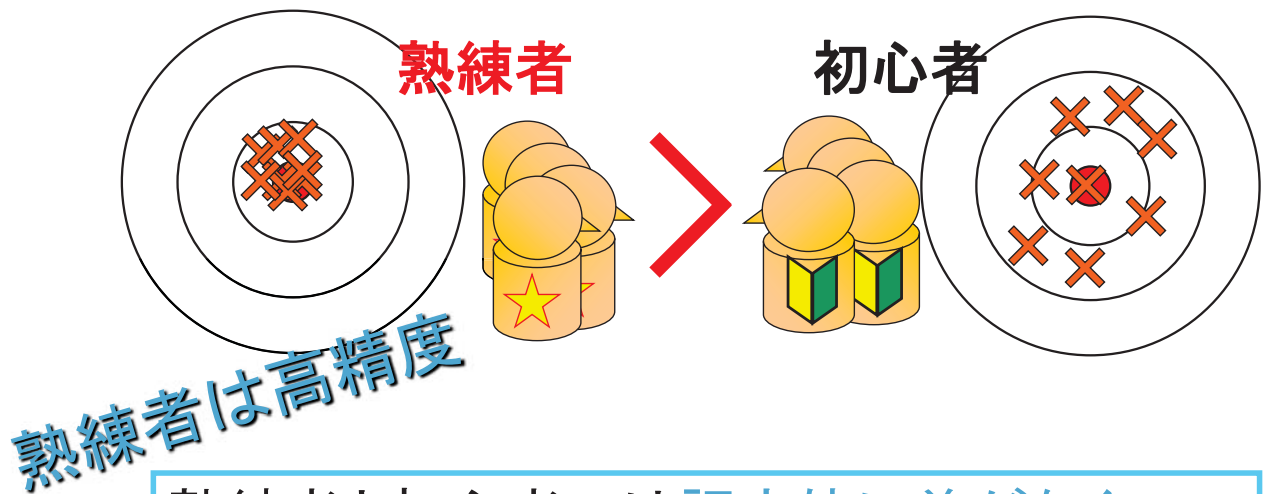
高真度(平均値が中心に近い)



低真度(平均値が中心から離れている)

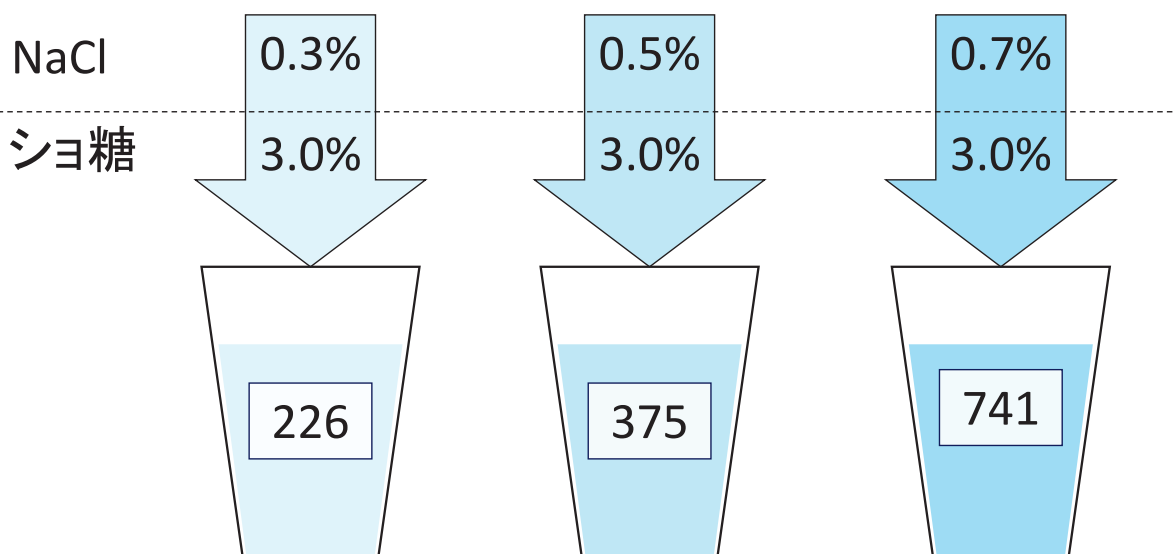
真度: 初心者 ≒ 熟練者

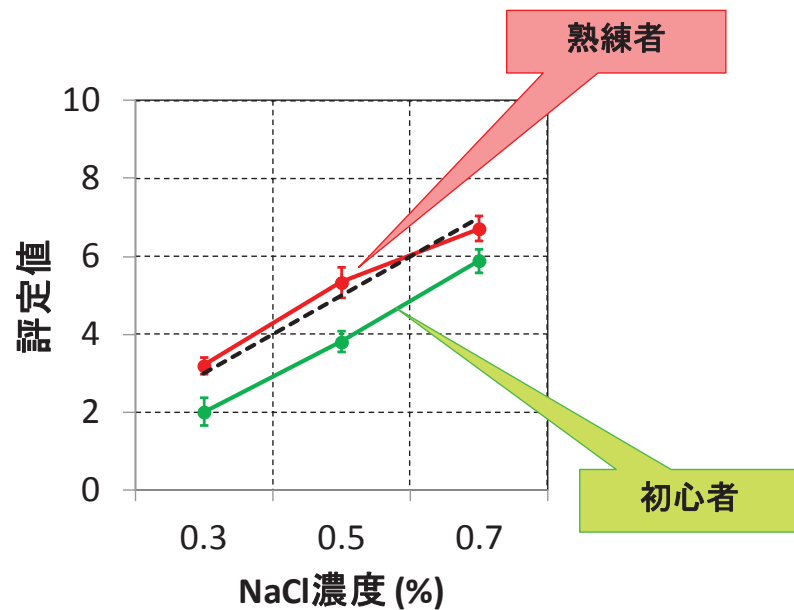




熟練者と初心者では評価値に差がなく、
どちらも真の値との差もなかった。
ばらつきは熟練者の方が少なかった。

塩味＋甘味

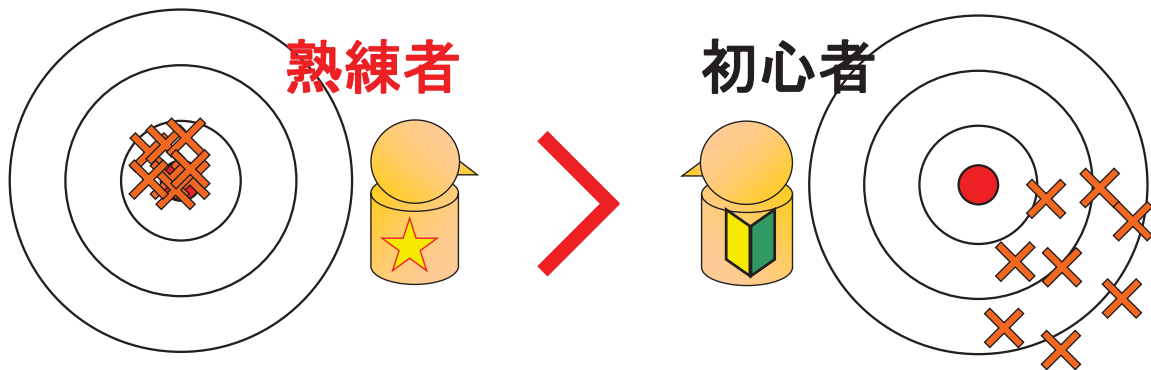




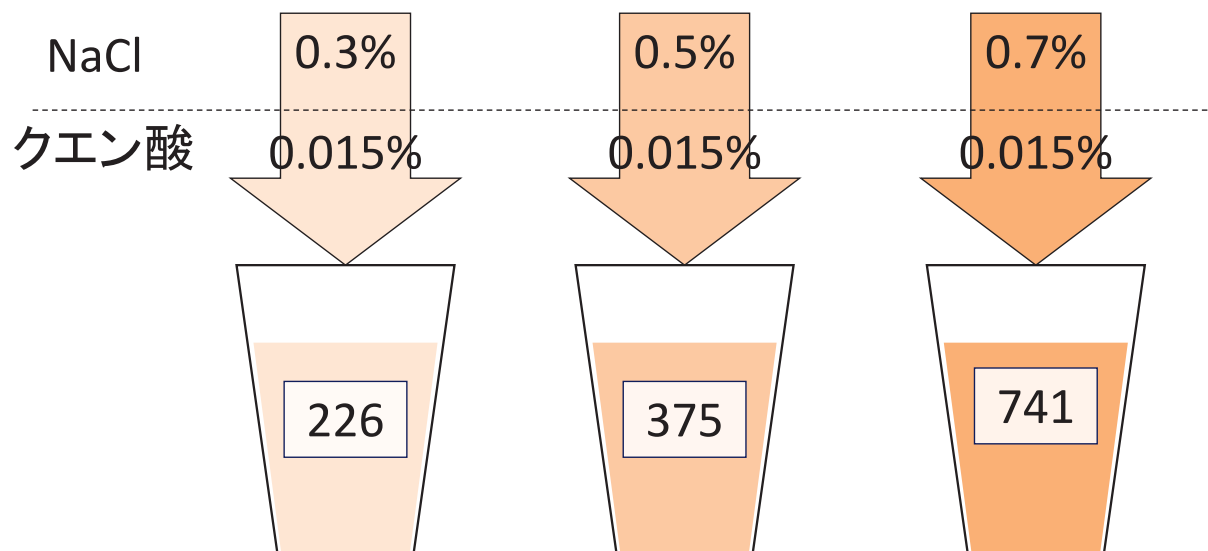
初心者は真のあたりより小さく評価していた。

甘味混和の影響

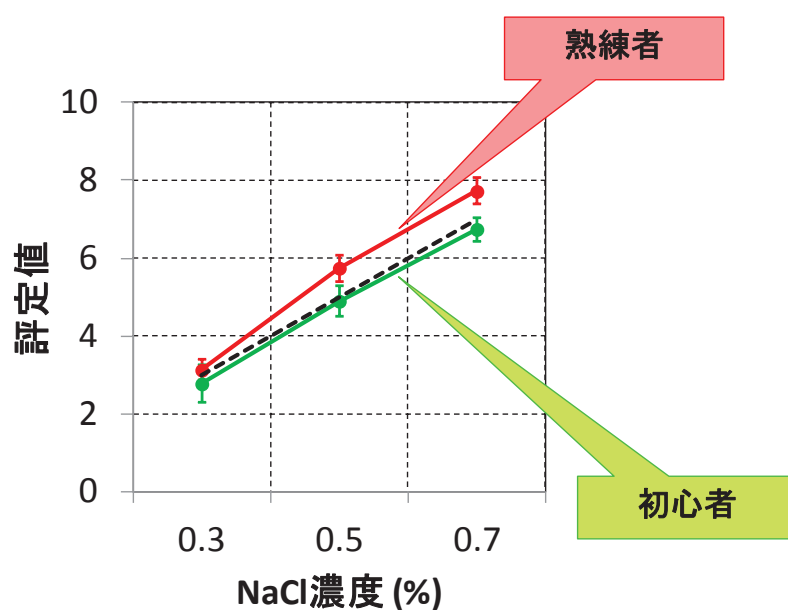
プロの感覚 ≠ 一般人の感覚



プロパネリストは甘味混合による影響を受けにくい。

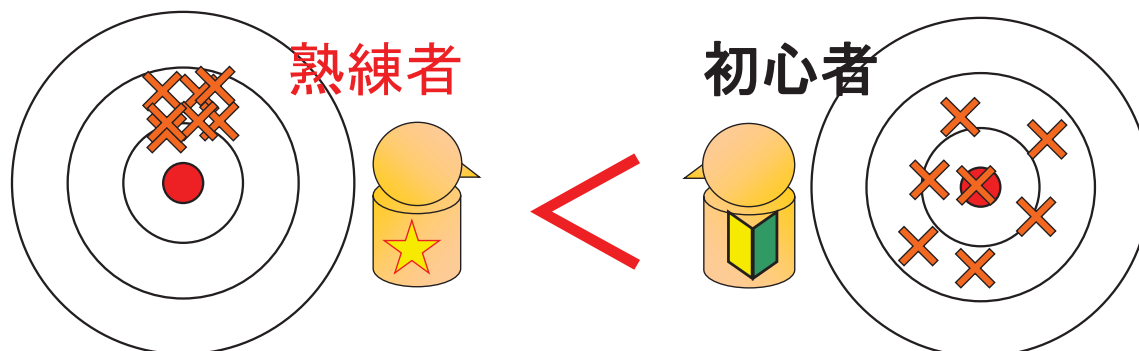


真度：初心者＞熟練者



初心者は、正しく評価していた。

プロの感覚 ≠ 一般人の感覚



プロパネリストは酸混合による影響を受けやすい。

現行の減塩テクニック

1. 酵母エキスの添加
2. ダシ風味の添加
3. アミノ酸の添加
4. ペプチドの添加
5. メイラード反応生成物の利用
6. 香辛料の添加
7. ハーブ類の添加

※ ほとんどのものは、塩味増強には直接作用していない。全体の味を強くする作用を介して、減塩によって失われたおいしさを取り戻している。だから、減塩素材を加えてもオリジナルの味に戻っているわけではない。何にでも使える減塩素材はない。

農研機構



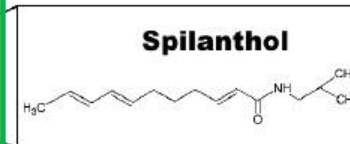
引用元:ハウスHP



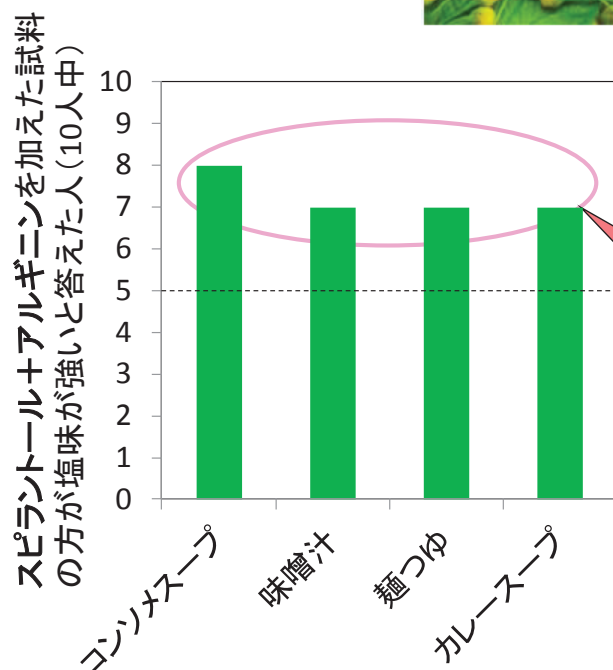
引用元:エスビーHP

ご飯が進むシャープな味になる

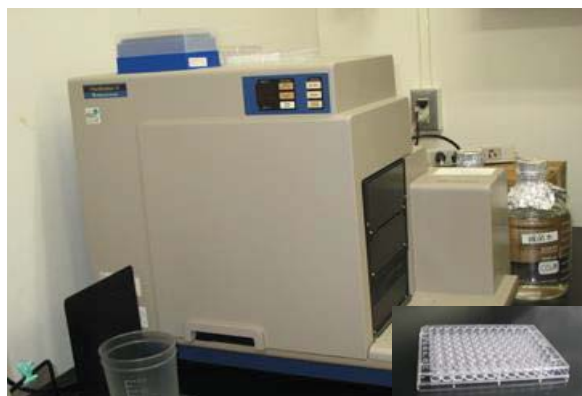
農研機構



＋
アルギニン塩酸塩



10人中7～8人では、
有意な差とは言えない。



味受容体を持たせた細胞
に味溶液を加えた際の反応を光で計測する。反応の大きさを数値化できる。



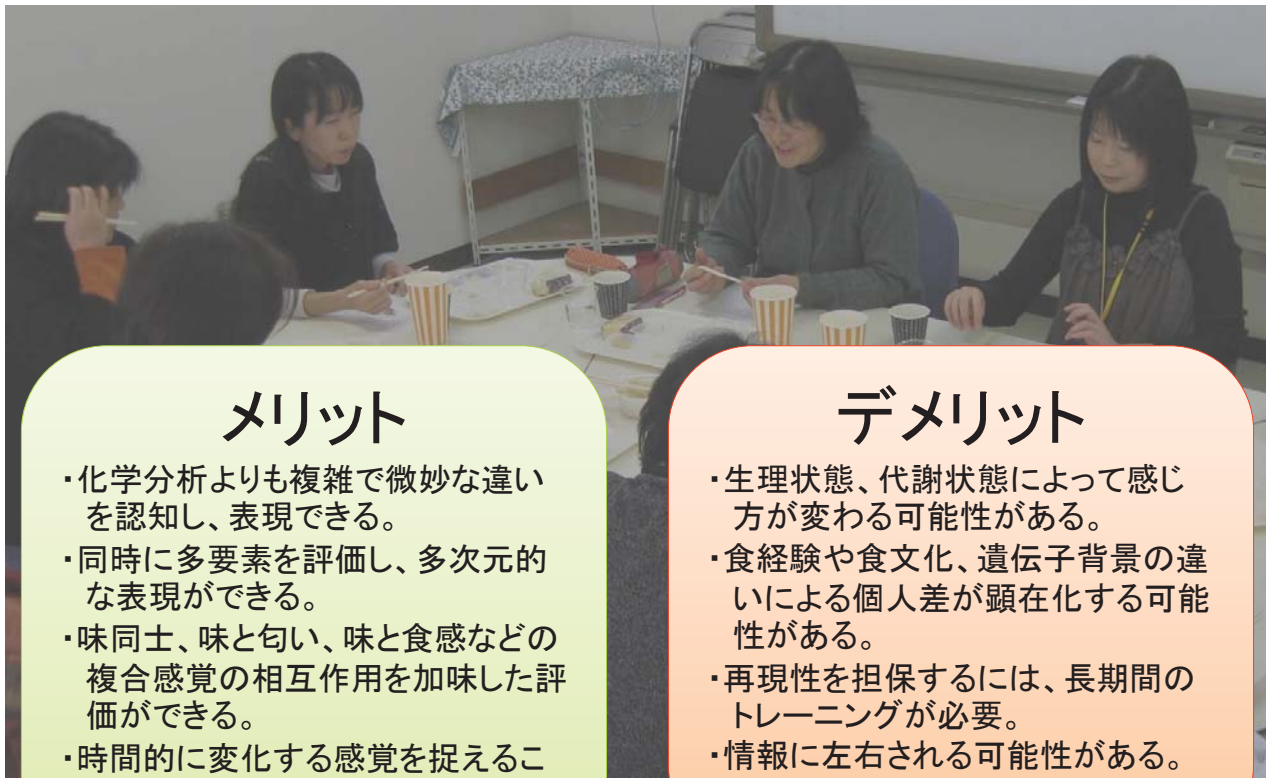
味に反応する特殊な膜を貼
り付けた電極を味溶液の中に浸し、電気抵抗度を計測する。濃度を数値化できる。



デメリット

- ・固形食品は評価できない。
- ・粘性のある液状食品には使えない。
- ・時間的に変化する感覚を捉えることができない。
- ・塩味や苦味などの評価が苦手。

錯覚が測れない。



メリット

- ・化学分析よりも複雑で微妙な違いを認知し、表現できる。
- ・同時に多要素を評価し、多次的な表現ができる。
- ・味同士、味と匂い、味と食感などの複合感覚の相互作用を加味した評価ができる。
- ・時間的に変化する感覚を捉えることができる。

デメリット

- ・生理状態、代謝状態によって感じ方が変わる可能性がある。
- ・食経験や食文化、遺伝子背景の違いによる個人差が顕在化する可能性がある。
- ・再現性を担保するには、長期間のトレーニングが必要。
- ・情報に左右される可能性がある。



メリット

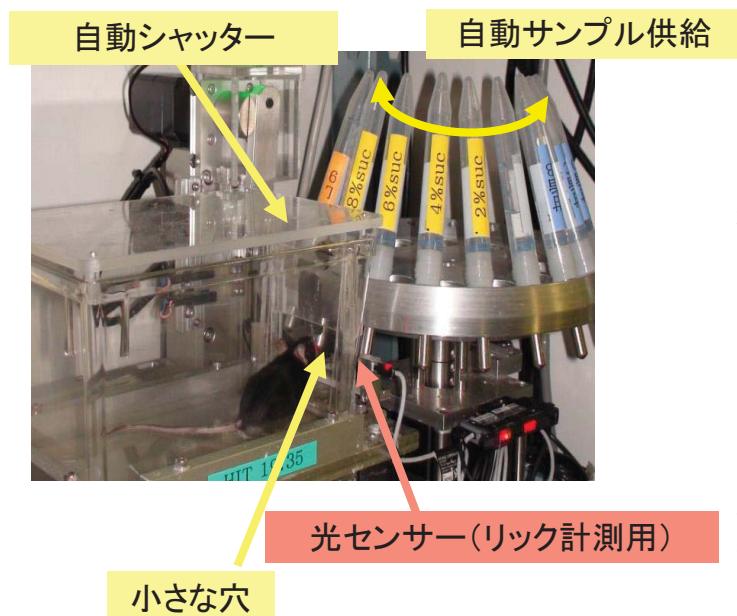
- ・食経験による個体差を小さくできる。
- ・遺伝子の多様性による個体差を小さくできる。
- ・代謝状態を人為的にコントロールできる。
- ・情報に惑わされない素直な結果が得られる。



デメリット

- ・ヒトは言葉を利用して複合味を分解して多次的に表現できるが、動物は美味しいか美味しくないか、一次的でしか表せない。

舐める行動量(回数)を測定する



★ 動物の習性として、与えられたサンプルが美味しければ美味しいほど、単位時間に舐める回数が増え、まずければ単位時間に舐める回数が減る。

★ リック計測試験では、1サンプル当たり5～10秒でデータが取得できるため、マウスが満腹感を得るまでにたくさんのサンプル測定が可能である。
また、連続データが取得できるため、味強度の数値化が可能である。

動物で塩味を評価

— 生理的な欲求 —

血糖値が下がってきた。
⇒ 甘味に対する欲求増大

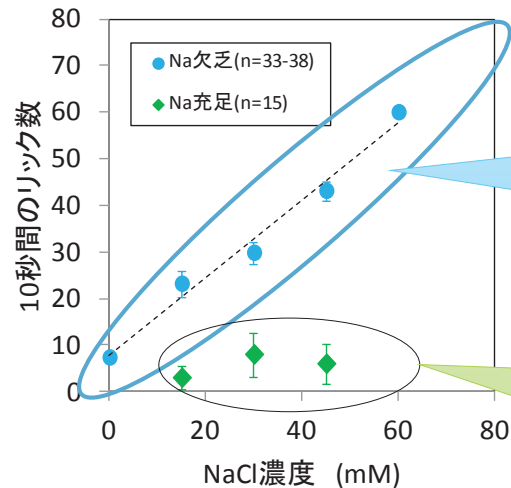
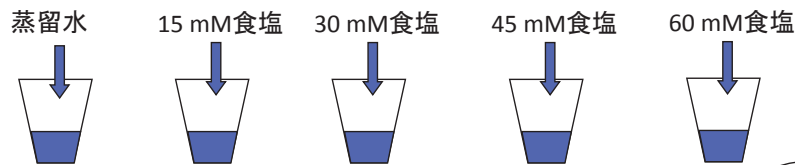


ミネラル分が減ってきた。
⇒ 塩味に対する欲求増大



利尿薬を投与したマウス

10秒間でするだけで塩味濃度に応じたリック数を示す

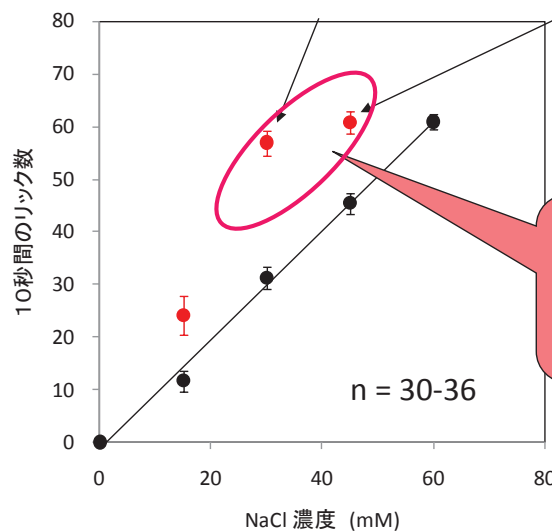
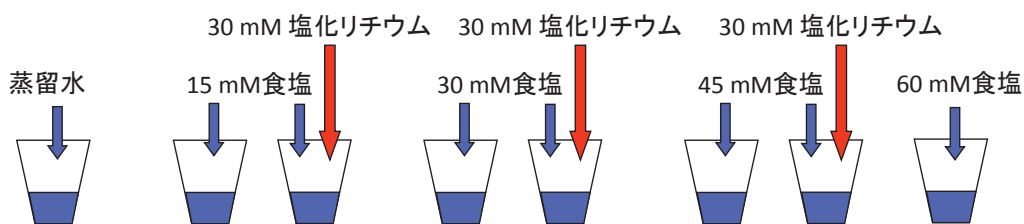


塩味の強さを
数値化できる!!

利尿薬が効いているマウス
0-60mM の範囲で塩味が強くなるとリック数が増える

Naが足りているマウス
Naが足りていると
ほとんど飲まない

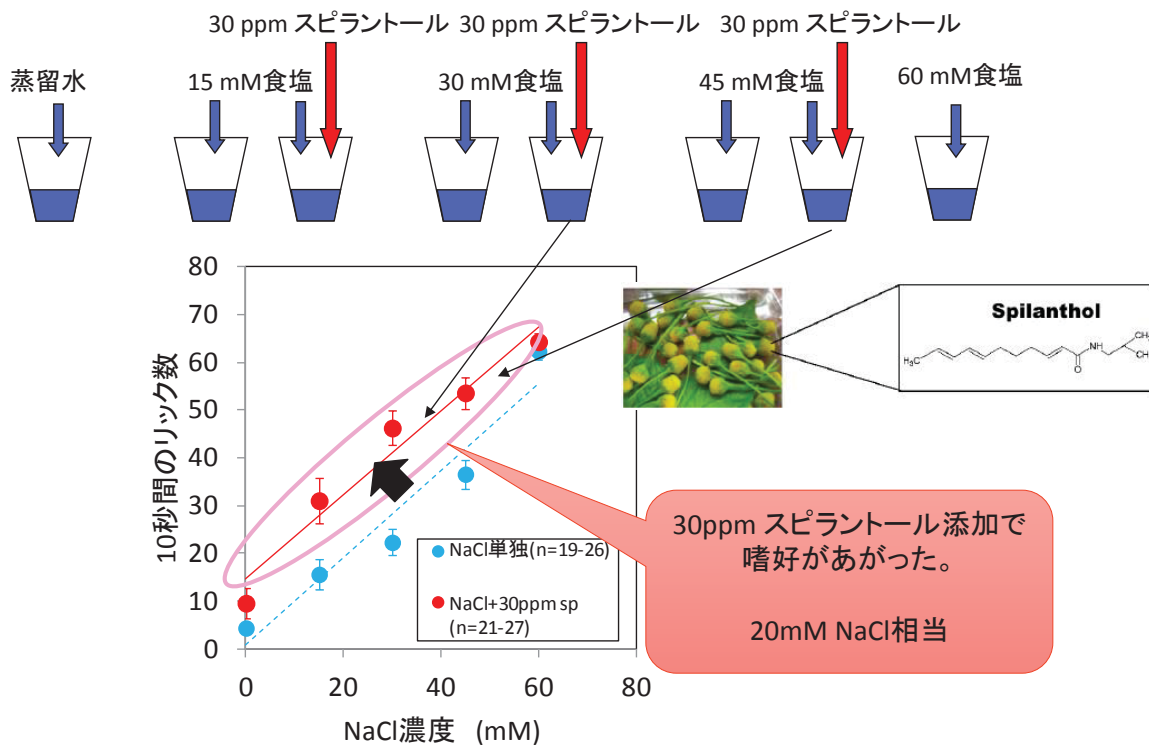
塩化リチウム添加



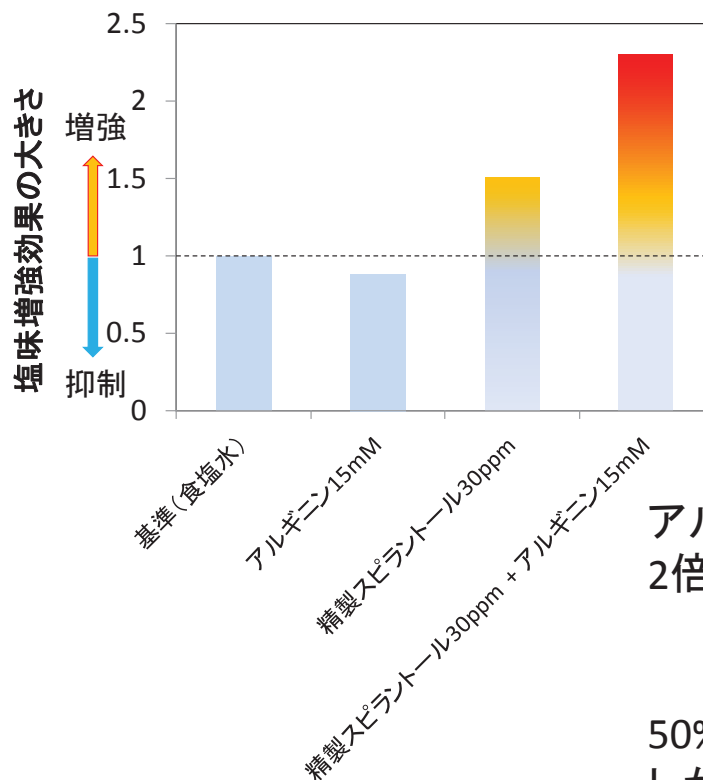
30mM LiClの添加で
かなり塩味が強くなっている

10~20 mM NaCl相当

オランダセンニチ由来のスピラントール



スピラントールの効果をさらに強化



アルギニンを加えることで、
2倍以上の効果を示す。



50%以上の減塩が可能
しかも、塩水でも効果あり



オリジナル



25%減塩
チキンヌードル



50%減塩

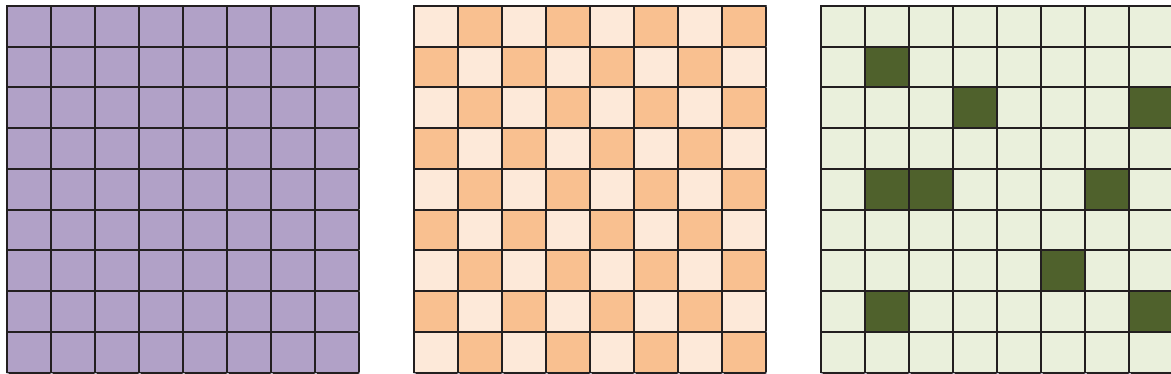
多くの減塩商品は、
「化学調味料無添加」「低脂肪」
「オーガニック」「天然素材」
などと一緒に表示されている

まずくても良い

ネタ元: 味の素資料

塩で塩を制す

不均一がもたらす「味変」を
利用できないだろうか？



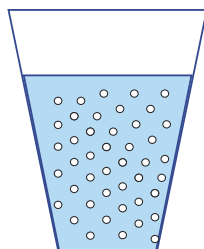
不均一性が大きくなる

単調な味 vs. 複雑な味



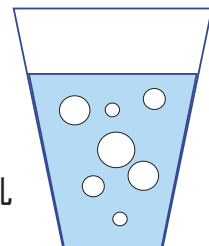
具が細かい

ホモジナイズド牛乳



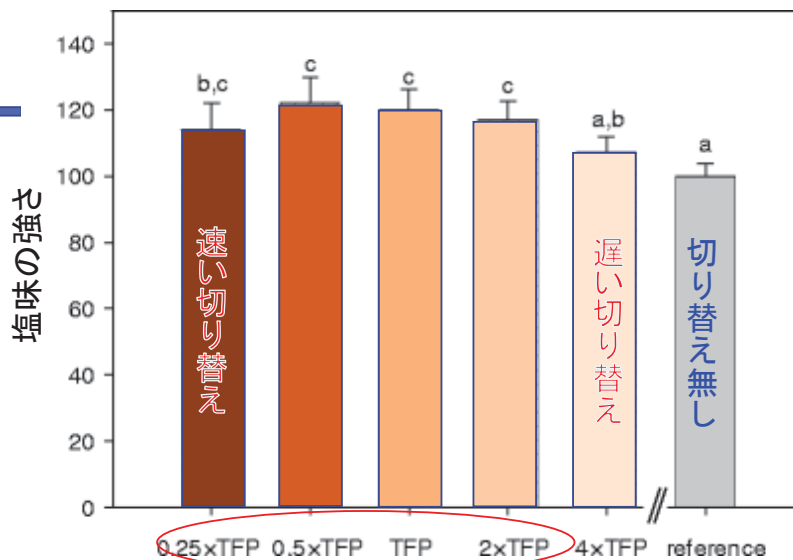
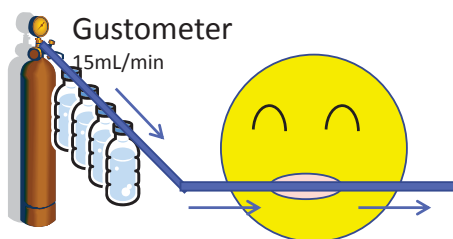
具が大きい

搾りたて牛乳



切り替わる塩味は強く感じられる

塩水-水-塩水-水-塩水-水-塩水-水-・・・

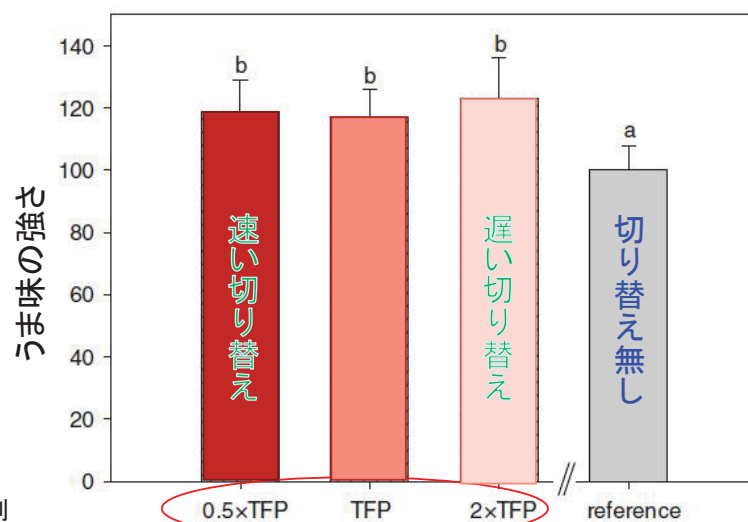
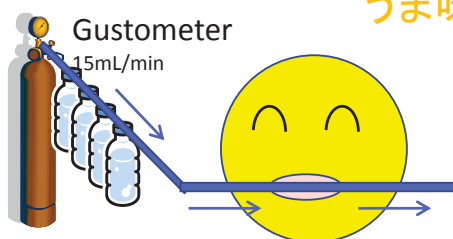


TFP: 定常刺激とパルス刺激の弁別可能なパルス周期

出典: Kerstin Martha Mensien Bursegら Chem. Percept. (2012) 5:179-187

切り替わるうま味も強く感じられる

うま味-水-うま味-水-うま味-水-・・・

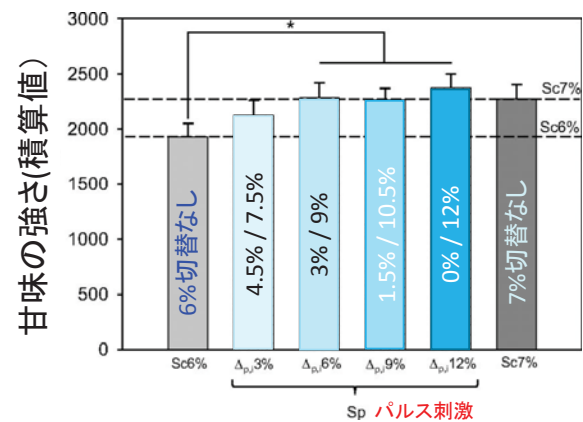
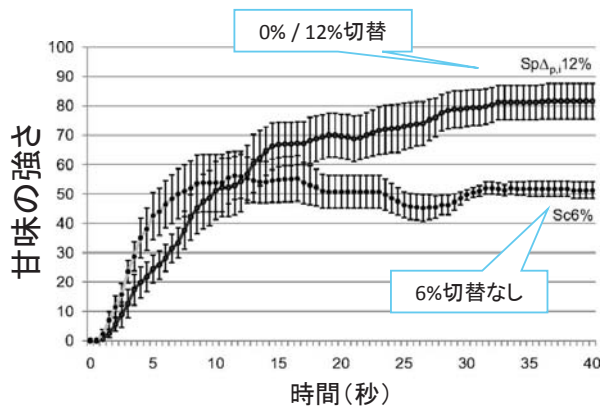


TFP: 定常刺激とパルス刺激の弁別可能なパルス周期

出典: Kerstin Martha Mensien Bursegら Chem. Percept. (2012) 5:179-187

切り替わる濃度差が大きいほど 甘味は強く感じられる

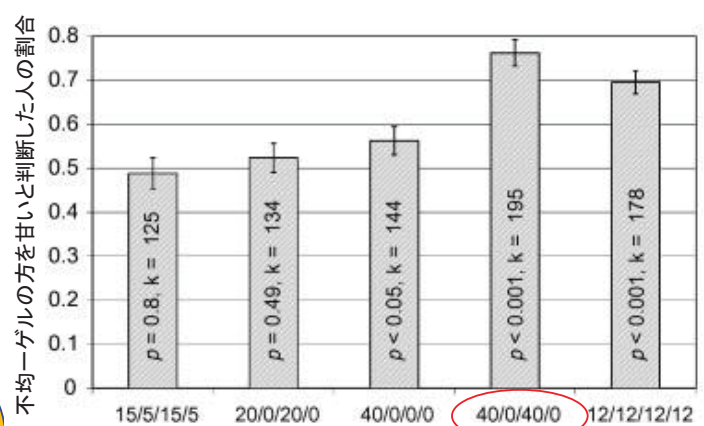
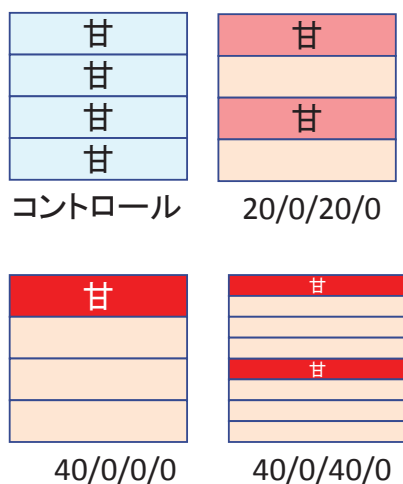
弱甘-強甘-弱甘-強甘-弱甘-強甘-.....



出典: Kerstin Martha Mensien Bursegら *Chem. Senses* 2012;37:27-33

偏った甘さは強く感じられる

層になったゲルを食べて甘さを比較する



出典: Ana Carolina Moscaら *Food Quality and Preference*, Volume 21, Issue 7, 2010, 837-842

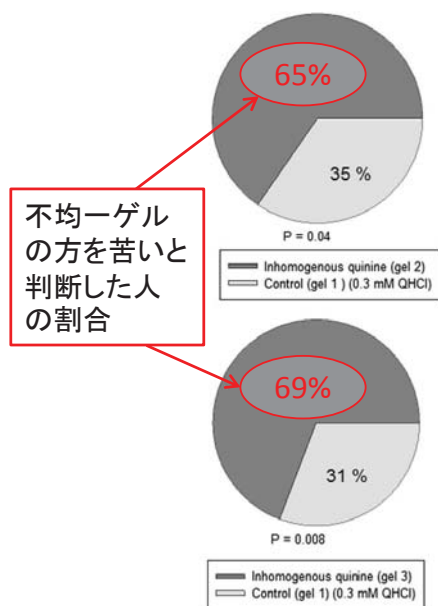
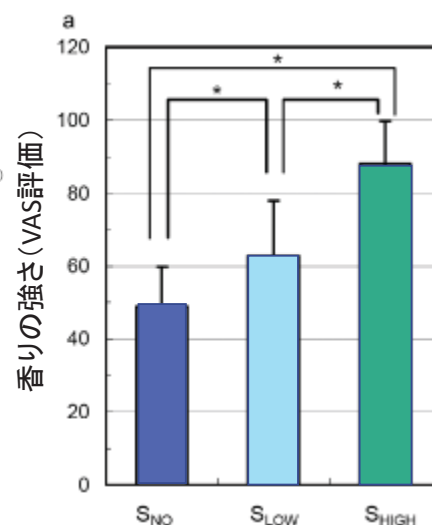
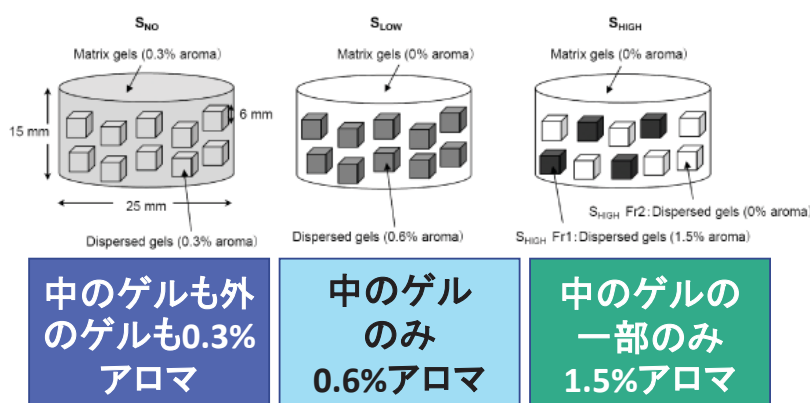


Table 1
Composition of the gels.

	Quinine hydrochloride (mM)		
Control (gel 1)	0.3		均一
	0.3		
	0.3		
	0.3		
Inhomogeneous quinine (gel 2)	1.2		不均一
	0		
	1.2		
	0		
Inhomogeneous quinine (gel 3)	0		不均一
	1.2		
	1.2		
	0		

出典: Scott C. Hutchings ら *Food Quality and Preference*, Volume 45, 2015, 132–139

濃淡のある香りは強く感じられる



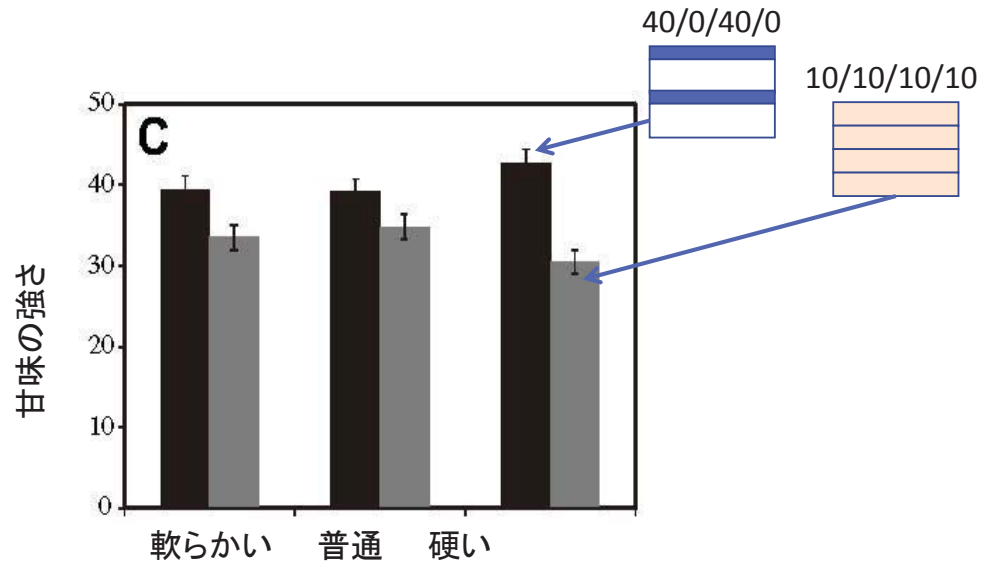


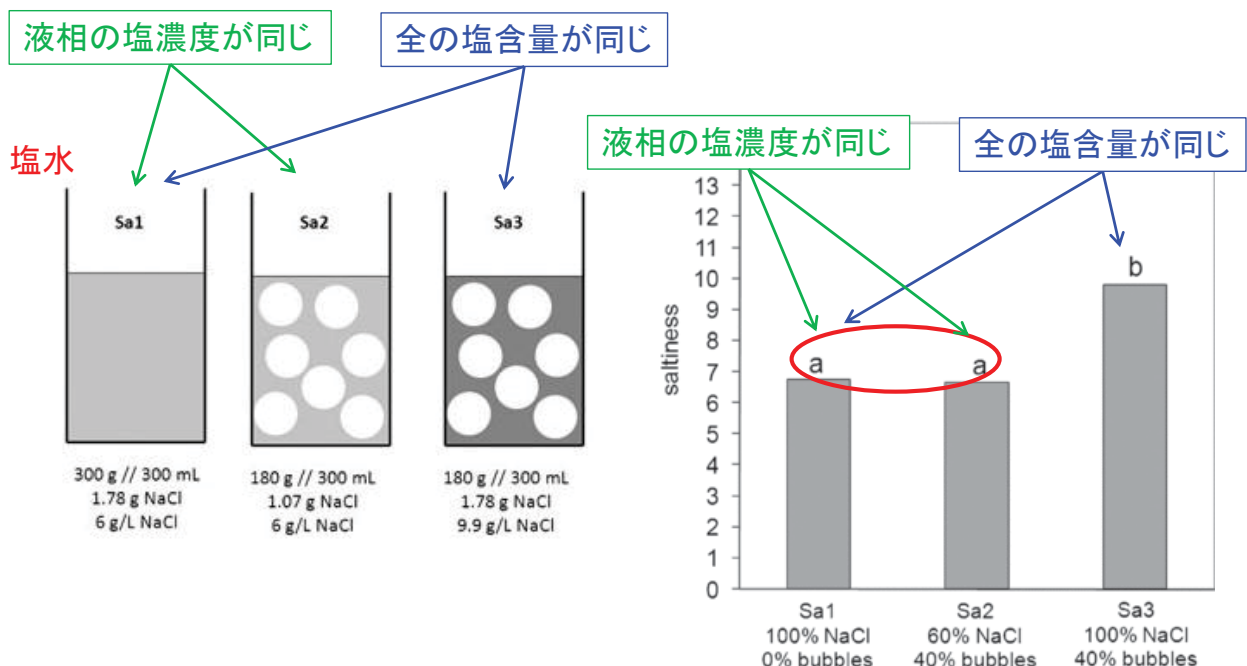
Fig. 3. Intensity ratings (average $\pm$ SEM; $n = 118$) of the attributes: (A) hardness, (B) difficulty to disintegrate upon chewing and (C) sweetness of soft, medium and hard gels with homogeneous (■) (10/10/10/10) and inhomogeneous (□) (40/0/40/0) distributions of sucrose.

硬さはアガー/ゼラチンで調節

出典: Ana Carolina Mosca ら LWT - Food Science and Technology, Volume 46, Issue 1, 2012, 183–188

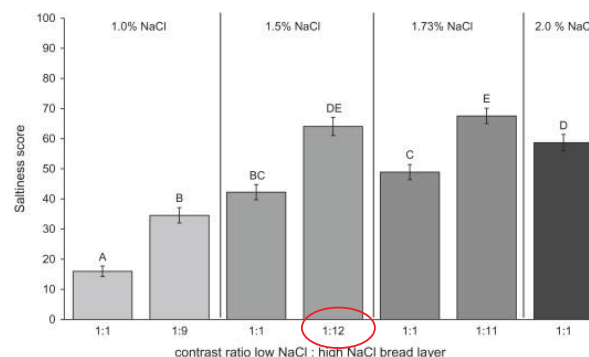
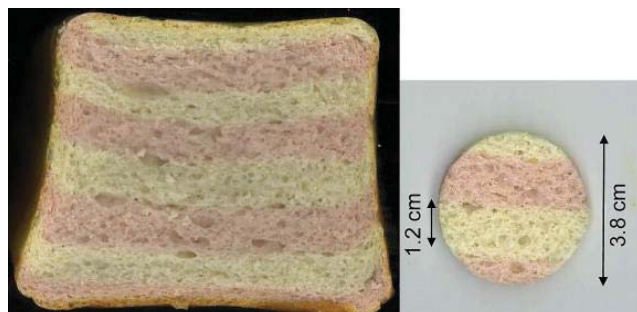
気泡入りサンプル

気泡を混ぜ込むことで少ない量で同じ強さを維持できる



出典: S.M. GOH ら Journal of Food Science Volume 75, Issue 4, pages S245-S249, 3 MAY 2010

濃淡(＝不均一性)の大きい方が味を強く感じる



1:12

出典: Martijn W.J. Noortら Journal of Cereal Science, Volume 52, Issue 3, 2010, 378-386

粗挽き塩や塩スプレーを使って作ったピザは塩味を強く感じる



粗引きに替える

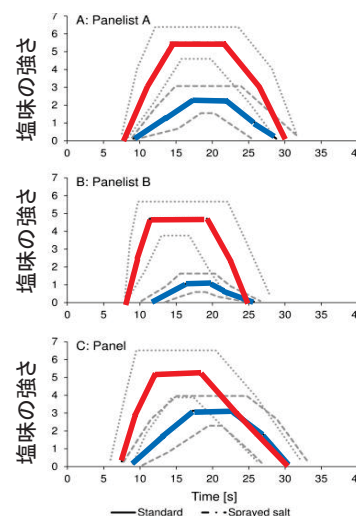
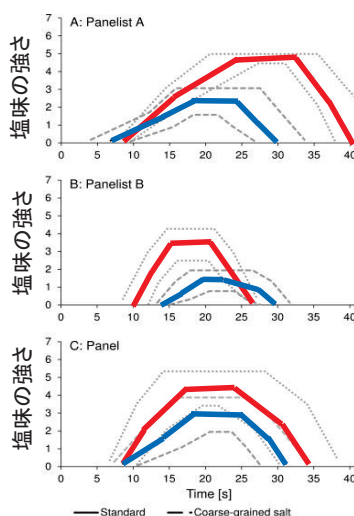
VS

コントロール

表面にスプレー

VS

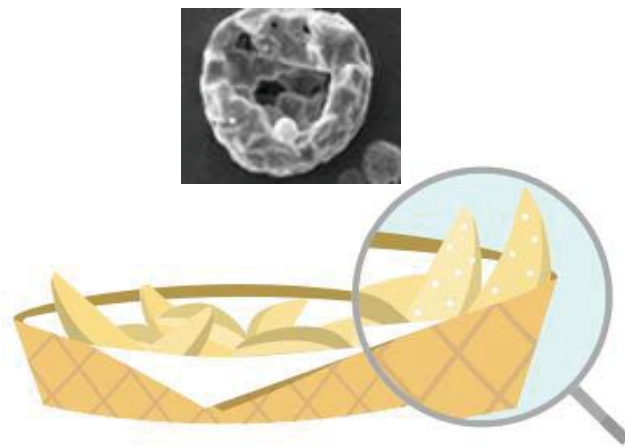
コントロール



いずれのパネリストでも塩味の強い立ち上がりを感じている

出典: Eva Muellerら Food Chemistry, Volume 192, 2016, 1116-1123

中空結晶塩を利用して、鋭い塩味感を提供。



良好な分散性により少量でも塩味を感じやすくなる。
塩味の切れがいため、素材の味がわかる。



油脂との相性があるので、
ラーメンスープにも使える

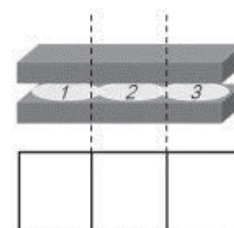
出典：SODA-LO広場HP
(DSP五協)

最初の濃い塩味が重要



パンを3つの部位にわけ、
異なる濃度の塩味を塗った

A	B	C	D
0.33%	0.50%	0.70%	0.90%
0.33%	0.00%	0.00%	0.00%
0.33%	0.50%	0.30%	0.10%



実験結果：

Proportion of consumers (P_c) selecting the heterogeneous over the homogeneous product in the main study and the p -values and d' values associated.

Pair tested	AB	AC	AD
P_c	0.53	0.62	0.57
p -Value	0.43	0.00	0.05
d' Value	0.12	0.42	0.23

甘味は後味が重要

異なる濃度の甘味ゲルを
4つつなげて順番に食べる

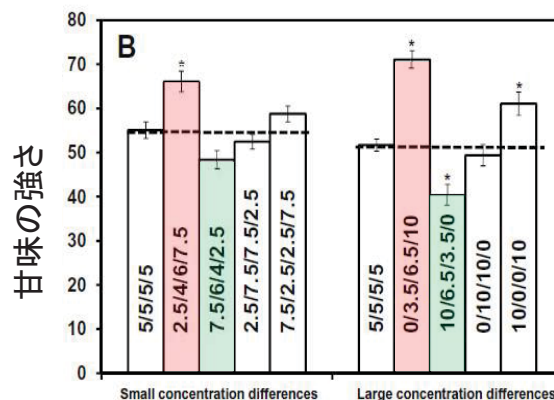
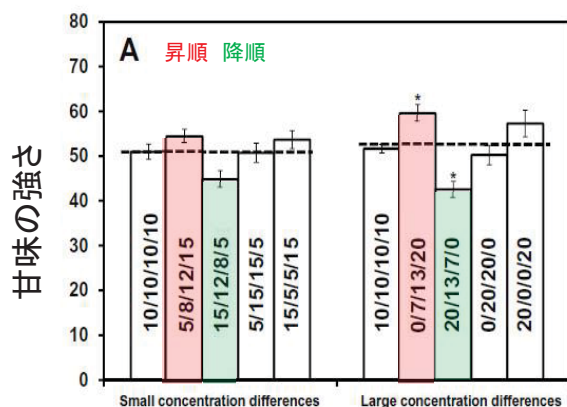
異なる甘さのカスタードを
スプーンに乗せて食べる



昇順

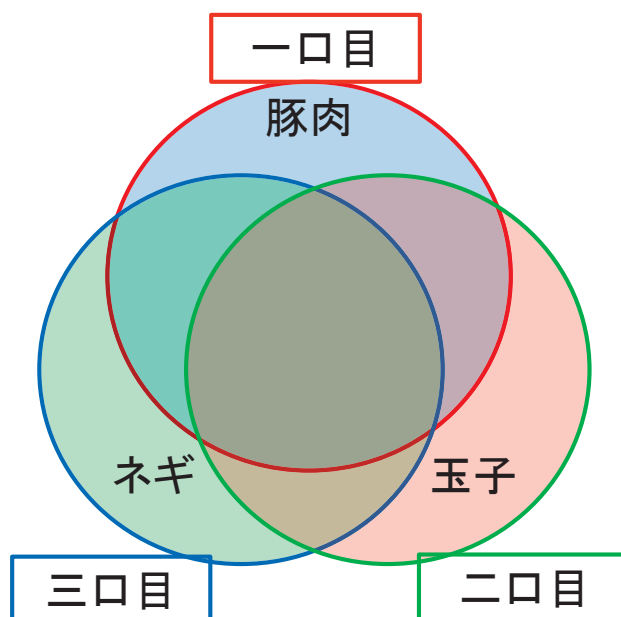


降順

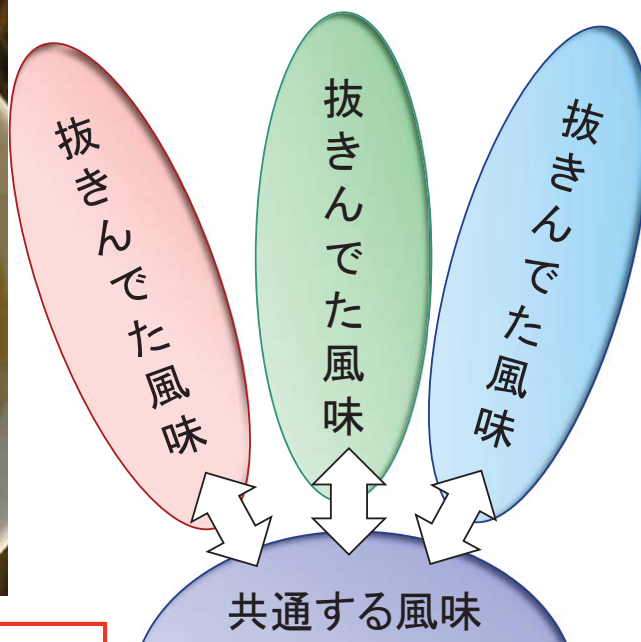


出典: Ana Carolina Mosca ら Food Quality and Preference, Volume 31, 2014, 10–18

不均一食を作る際の諸注意



共通部分がないと、
味がバラバラになる。



和牛の最高峰: 尾崎牛(宮崎県)
 × 門崎熟成肉の格の進(岩手県)
 × 更科そばの更科堀井(東京都)

共通する風味は
10%くらい



現在使われている
嚥下食の実態



皮と身とにわけて
かためた冬瓜の煮物



皮と身それぞれの風味を
いかした焼肴

経験・食文化によるものなのか？



動物行動学実験で再現できるか？

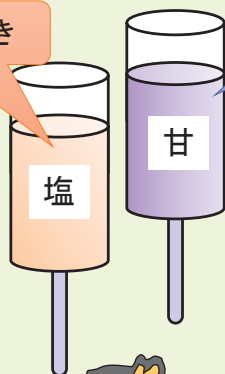
幼少期の連合学習

6週齢の仔マウスに対し、

A群

バニラ香のついた砂糖水、
オレンジ香のついた食塩水を
約2～3週間対呈示した。

オレンジ香つき

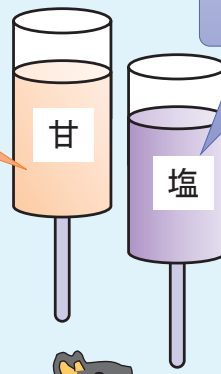


バニラ香つき

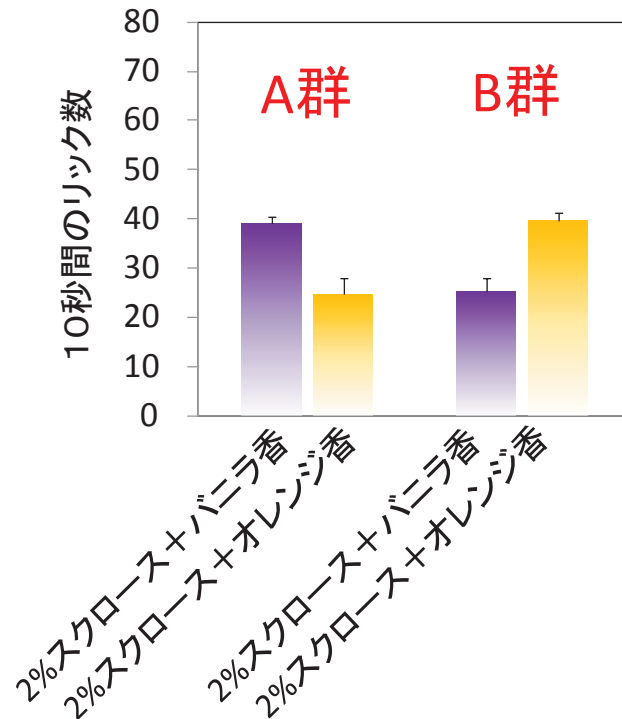
オレンジ香つき

B群

オレンジ香のついた砂糖水、
バニラ香のついた食塩水を
約2～3週間対呈示した。

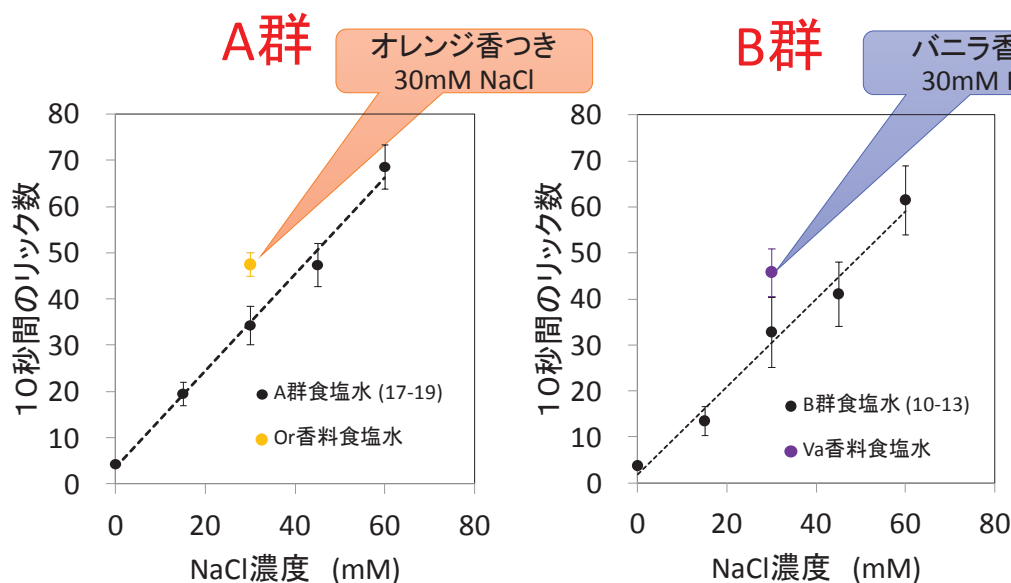


学習フレーバーによる甘味増強

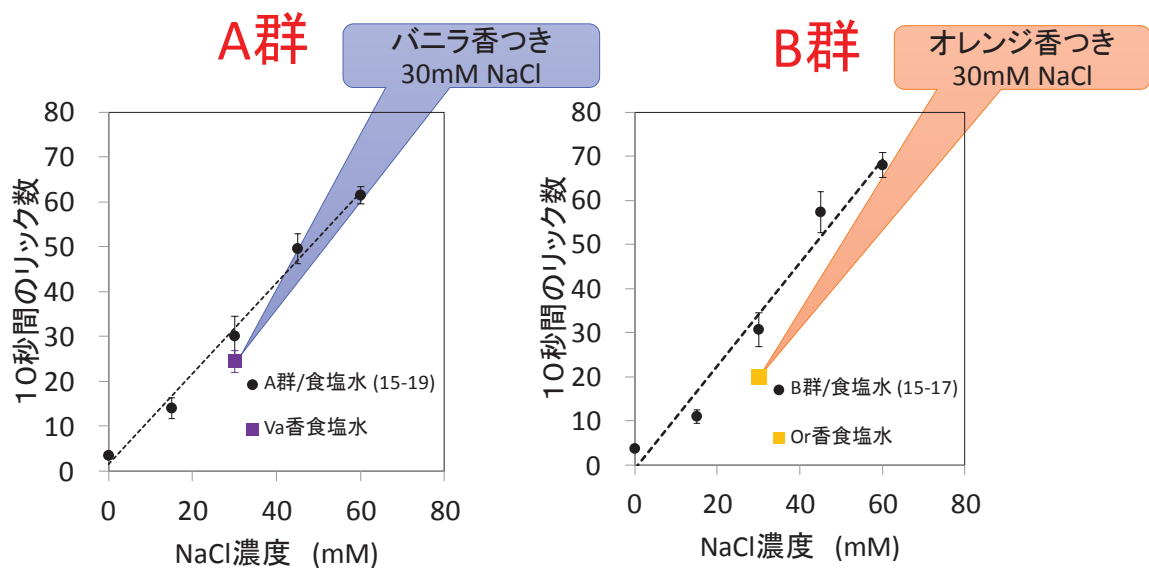


★ 連合記憶させたバニラの香りやオレンジの香りを使って甘味を強めることができた。

学習フレーバーによる塩味増強



★ バニラの香りやオレンジの香りを使って塩味を強めることができた。



★ 対照香気では、塩味を強めることはできなかった。

子どもの頃の学習効果が表れやすいのかもしれない。

我々が子どもの頃に食べた塩味食品は何？
その香りはどんなだった？

ご清聴ありがとうございました。