

Chronospoon: 時を操る調味食器

宮下芳明^{†1}

概要: 著者はこれまで、食品の賞味期限延長や食品ロス削減に寄与することを目標に、食品の味を時間軸で変化させる味のタイムマシン技術を開発してきた。味の経時変化、特に熟成過程を数式モデル化し、添加物の量に換算することで、食品の味の時間変化を操ることができる。本稿ではスプーン型装置「Chronospoon」を用い、一定の比率で混合された液体を使用し、単一のタンクのみで味の順行・逆行変化を可能にした。これにより従来の調味家電よりも小型化を実現し、実用可能な調味食器としての開発に成功した。

1. はじめに

著者らは株式会社 NTT ドコモ, H2L 株式会社とともに、相手の感じ方に合わせた味覚を共有する技術を開発している[1]。そのビジョンを映像化したテレビ CM「あなたと世界を変えていく。(フィールテック・味覚共有篇)」[2]では、スプーン型のデバイスを用い、彦摩呂氏が食レポするブイヤベースを綾瀬はるか氏がテレビを見ながら疑似体験する映像となっている。このデバイスはスプーンスタンド内で混合された味溶液を吸い取り、それによって遠隔地の味を再現できる設定となっている。筆者らはこのように食器型でありながら味を変えることができるデバイスを「調味食器」と呼んでいる。本稿では混合された味溶液を提示するスプーン型の調味食器(図 1)を提案している。ただし目的は味覚共有ではなくスプーンにすでに入っている食品の味を「未来の味や過去の味」(トマトスープの場合、より熟成された味やより未熟な味)に変えるものとなっている。



図 1 Chronospoon ハードウェア。

1.1 味覚メディア

著者らは、味覚メディアの研究を幅広く行ってきた(図 2)。高精度なポンプを 20 基搭載した調味家電 TTTV3[3]は細やかな味の差を出力でき、品種や産地の違いも表現できる。たとえば、梅干しの種類[4]やカカオの産地[5]による味の違いの再現にも成功している。ワインに特化し、ボトル装着型調味家電 TTTVin[6]は、再現したいワインとボトル内のワインの味の違いを味溶液の混合で埋めながら注ぐことで安いワインを高級ワインの味に変えられるほか、白ワインを赤ワインの味に変えることもできる。



図 2 調味家電 TTTV3, ボトル装着型調味家電 TTTVin, 試作中のスプーン・フォーク型調味食器(溶液混合版)。

デバイスだけでなく、著者らはこれまで多くの味再現手法やノウハウを開拓してきた。前述の研究では、基本五味以外(渋味や辛味など)も用いることで再現の幅を広げている。また「風味合わせ」のテクニックも使用し、同じ酸味でも酢酸・乳酸・プロピオン酸などを複数配合して風味を近づけることに成功している。さらに「味の減算」についての多くの手法を獲得しつつある。これまで、水を入れた無味タンクによる希釈、アルカリ性の中和剤による酸味抑制、味の相互作用を利用した抑制・増強、味覚修飾物質を使用した抑制・増強の技術を用いている。

こうした味覚メディアの論文では多くのビジョンも合わせて提示し、ロードマップも示してきた[7]。たとえば、「美味しさと健康を両立し、食に対する我慢から人々を開放する」「新しい食体験を開拓・創出し、人類をより幸せにする」「トレイート技術で、食材流通に伴うエネルギーや温室効果ガスを削減する」「味の記録・再現技術で、稀少食材や絶滅危惧食材を複製する」といったものである。

^{†1} 明治大学

1.2 味のタイムマシン

本稿著者は論文[8]で「味のタイムマシン」に関する研究を行っている。たとえば、青いバナナの味を熟成した味に変える(順行), 熟れたバナナの味をフレッシュに戻す(逆行)の両方向の変化が自在にできることを目指している。ビジョンとして「賞味期限をなくしフードロスを削減する」ことを大きな目的としている。この研究の方法論ではまず、食品の味を一定期間ごとに測定し、それを数式で近似することによって「味の経時変化のモデル」を導く。そうすれば、任意の時間だけ順行・逆行させるのに必要な添加物質の量を割り出すことができる。先行研究では食品の熟成量における成分分析を行った論文もあるが、味の変化に及ぼす影響は重量が増加した物質によるものとは限らないため、その情報だけでは不十分である。結局、味覚センサと人間による測定・評価が必要であることがわかっている。

[8]ではトマトの熟成過程を測定している。同程度の熟成度合を12個選定し、1日経過ごとに3個ずつ測定・評価している。その結果、うま味(AAE 先味 / 後味), 酸味(CA0 先味)に影響があり、時間が経つほどうま味が増加し、酸味が減少し、甘味は変化しないことがわかった。このうえで味を順行・逆行させるためのモデルを構築した。順行の場合は、中和剤を添加して酸味を減らし、味物質を添加してうま味を増やしている。逆行は希釈によってうま味を減らし、味物質を添加して酸味を増やしている。実食による評価では、順行は熟成した感じが再現できていた。逆行では、不変であるはずの甘味が希釈によって薄まってしまっていることがわかり、そのぶん甘味を追加する必要があることが明らかになった。WISS2023での登壇発表では百人以上に試食をしていただき、再現性についての高い評価と最優秀発表賞(一般)を受賞した。

カレーの熟成過程についても、できたてのカレーを1日、2日、3日経過するごとの味を測定している。そしてうま味(AAE 後味), 塩味(CT0 先味), 渋味(AE1 先味)に変化があり、どれも増加していることがわかった。ここから味を順行・逆行させるためのモデルを構築し、順行の場合は塩味・うま味・渋味物質を添加して増やし、実食でも成功している。逆行は希釈によって塩味・うま味・渋味を減らすことを狙ったものの、実食による確認評価を行ったところ、不変な甘味も一緒に弱まってしまったため、そのぶんの甘味も追加する必要があることがわかった。

こうした味の変化を再現するため、時間を操る感覚を強化したAR装置Taste-Time Traveller[9]も試作した(図3)。食品を中に入れ、半透明な画面上でダイヤルを回すと、指定時間だけ後の味、前の味に変えられる。WISS2023でのデモンストレーションでは、カレーの順行・逆行を百人以上に体験してもらった。そして再現性について高い評価が得られ、対話発表賞(一般)を受賞した。



図3 Taste-Time Travellerでのデモ展示(WISS2023)。

1.3 時を操る調味食器

TTTV3(縦24cm×横21cm×高さ31cm)やTaste-Time Traveller(縦47cm×横58cm×高さ52cm)は、そのサイズから調味家電として位置づけられる。TTTV[10]やTTTV2と比較して小型化されているが、基本的に台所に置き、食卓を囲む人たちに同じ味を提供する装置としてデザインされている。しかし本来は、こうした調味操作は、個々人の特性や嗜好に合わせて提供すべきであり、そのためには個々の食器に調味機能を持たせた「調味食器」が理想だと考えている。調味家電と調味食器の違いは、テレビやコンポと、イヤホンやヘッドホンの違いに例えられる。調味食器は、数人で同じ味を共有するのではなく、一人一人が個別に体験するためのメディアデザインである。

味のタイムマシンが提供する熟成度合いも、個人によって好みは大きく異なる。したがって食器にこれを調整できる機構をもたせられれば、個人の好みに合わせることができ、より満足のいく食事が可能になると考えている。

ただし、サイズや重量などの観点で食器として使いにくければ、その体験を阻害する可能性も大きい。実際、著者らは5種類のタンクからの溶液を混合し食品の味を変えて味わうスプーン・フォーク型調味食器(図1手前)のプロトタイプを試作しているが、現時点での課題はこの食器のサイズと重量である(最低でも27cmは必要であること、溶液ごとにポンプを搭載すると相当重くなることが見積もられている)。これは電気味覚食器エレキソルト(スプーン型)[11]よりもかなり大きい。しかし、もし時間を操ることに特化すれば、調味食器は「混合液の単一タンク」のみで実現でき小型化・軽量化につながる可能性がある。

ただし、味のタイムマシンの論文[8]では、時間経過に伴う各味の変化を個別に数式で表し、別々にフィッティングしている。各味によって量や傾きは異なり、対数や二次式で近似されている。それらを「比が一定」という条件下でフィッティングできるかは未知である。本稿では、単一のタンクのみで味を制御するハードウェアを実装するとともに、単一の混合液によってどの程度の再現性があるかを検証する必要があると考えた。

2. システム

Chronospoon ハードウェアは、スプーン内にある少量の食品の味を制御するため、新しい方式としてシリンジから必要量の混合液をスプーン内に滴下し味を制御する方式とした(図4)。送りねじでシリンジを少しずつ押し出すことによって液量を調整している。これにより微細な表現が可能になると考えられる。また、カートリッジ交換を容易にするための機構を採用し、シリンジごとに交換することとした(交換は約2秒で完了する)。また、さらなる利点としてコンタミネーションも防ぐことができています。つまりにくいこともメリットである。カレーなどの味を変える場合、食感を変化させないように味溶液にとろみ剤で粘性をもたせることも可能である

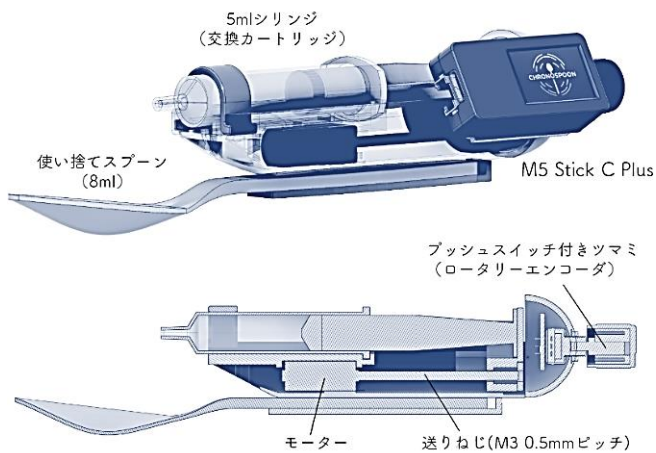


図4 Chronospoon ハードウェアの構造。

システムは全長約20cmのスプーン型装置である。M5 Stick C Plusで制御されており、入力インタフェースとしてプッシュスイッチ付きつまみ(ロータリーエンコーダ)を搭載した。これによってモード変更や時間変更を操作する。容積が8ml程度のスプーンを用いることとした。スプーンは使い捨てを想定し、着脱・交換が容易な構造とした。スプーンに5ml入れて制御した場合、残りの3ml以内で味の変化ができるように溶液の濃度を設定しておけばあふれることはない。5mlシリンジはそのまま交換カートリッジになっており、どのような食品を順行・逆行させたいかという目的に応じてユーザはカートリッジを選択し装填する。制御されるモーターには送りネジ(M3の0.5mmピッチ)がついており、これでシリンジの押し出す構造となっている。量の制御については、単位時間あたりに出せる液体の量なので、出したい量を指定してその時間ぶんだけモーターが回るプログラムとなっている。

3. 検証

本章では、味のタイムマシンについての研究[8]で再現できていたトマトとカレーの味変化が、混合液による単一のタンクだけで再現できるのかを検証する。なお実食による検証は著者1名で行っている。著者は、デリコの味覚検査キット[12](食品開発者向けの甘味・塩味・うま味・酸味・苦味を自己評価するためのキット)による試飲テストをこれまで2回行い、2回とも満点のスコアを出している。

3.1 トマトの味変化(順行)

論文[8]では、トマトの熟成過程でうま味と酸味に変化があり、順行ではうま味が上昇、酸味が下降するため、うま味物質としてグルタミン酸を添加するとともに、酸味を抑制するために中和剤として炭酸水素ナトリウムを添加することとしている。トマト100gの味を1日ずつ順行させる際には、34.6mg, 48.4mg, 73.7mgのグルタミン酸を添加すべきと算出していて、これを対数で近似して $R^2=0.9735$ の決定係数となっている。中和剤(炭酸水素ナトリウム)についても、添加すべき量は55mg, 67mg, 87mgとなることを計算し、対数で近似して $R^2=0.9787$ となっている。

これを単一の混合液で変化させるために、両方の量を合わせたデータを同一の対数関数で近似したのちにそれをスケールリングして最適な近似式を探索した。その結果、グルタミン酸の添加については $y = 47.98 \log(x+1) - 0.24$ が最適な近似となった。決定係数は $R^2=0.9525$ であった。一方で炭酸水素ナトリウムについても同様に探索すると $y = 64.65 \log(x+1) - 0.33$ が近似式として最適であり、 $R^2=0.9689$ であった。先行研究よりは精度が下がってはいるものの、決定係数の観点からはそれほど影響がないように思える。

グラフを図5に示す。論文[8]と見比べると、1日目のうま味添加量が比較的多くなってしまっているところに差異がある。この点を確認すべく、1日目の値で実際に食してみたが、それほど大きな違いは感じられなかった。また、炭酸水素ナトリウムについては、グラフの形状も論文[8]とほぼ同一であり、実食でも酸味変化については先行研究との違いが全くわからないところまで再現することができた。

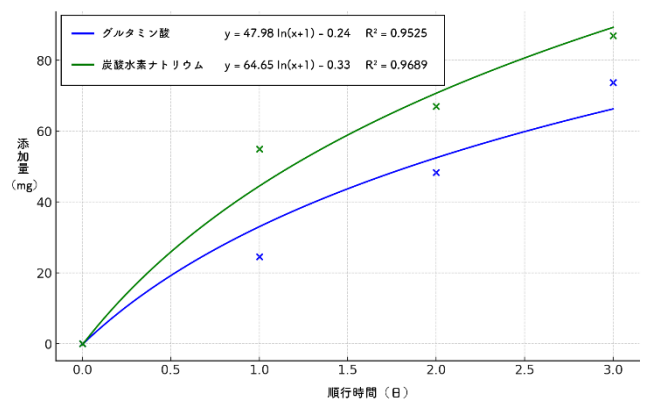


図5 トマト順行の比率一定条件での近似結果。

3.2 トマトの味変化（逆行）

トマトの味変化を逆行させる場合は、前節とは逆に、うま味を減算して酸味を加算する必要がある。うま味を減算するためには水による希釈を行うほかに、酸味加算についてはクエン酸の添加を行う。

たとえばトマトの味を3日逆行させる場合には100gあたり水を24g加えてうま味を下げることとなる。Chronospoonハードウェアは8mlの容積だが、味を変化させるもとの液体は5mlなのであふれることはない。ただし（そのような食べ方は想定していないが）スプーンに液体を入れたまま順行・逆行を繰り返すとあふれるリスクが生じるといえる。

論文[8]では水、クエン酸ともに対数で近似し、それぞれ $R^2=0.996$, $R^2=0.951$ の決定係数を得ていた。今回、前節と同じ方法で、比率一定の条件でこの近似式を探索したところ、線形近似が優れているということになり、水とクエン酸の近似式はそれぞれ $y=7.519x$, $y=0.1838x$, 決定係数はそれぞれ $R^2=0.9788$, $R^2=0.8767$ であった。

図6のグラフと見比べると、論文[8]では対数近似によって下に凸なカーブとなっているのに対し、線形近似はそれを無視して一定に増加しているのが視覚的に気になる。そこで、その差が大きくなるであろう、トマト100gあたり水2gの差がある2日目の値について実食で確認した。しかし、実食ではその違いを見極めるのは難しかった。塩味や酸味の違いなら少しわかるかもしれないが、今回はうま味の違いとなり、概してうま味の差の識別は難しいからかもしれない。なお、もしこのデータを転用して、トマトスープなどトマトを用いた料理にした場合は、塩味の違いを見極められる可能性がある。そもそもこの場合は希釈によって薄められる塩味のぶんを添加する必要が出てくるので、転用の例まで考える必要はないかもしれない。また、決定係数に違いがあるにもかかわらず、酸味について先行研究との差は感じられなかった。

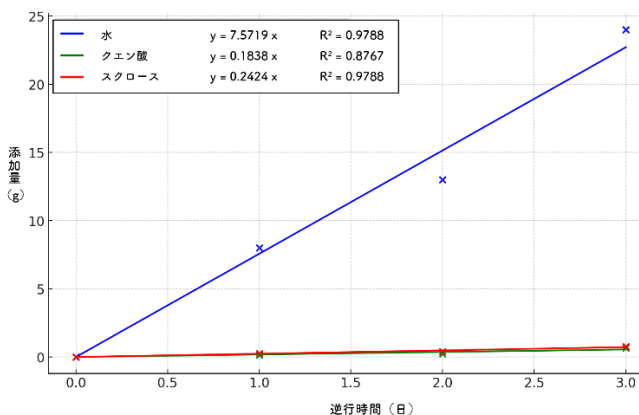


図6 トマト逆行の比率一定条件での近似結果。

論文[8]では実食にあたっての評価として、希釈による甘味の減衰が指摘されている。そこで本稿では、この点を改良し、希釈に従ってその水100mlあたり3.2gのスクロースを添加する改良を行った。具体的には1日ずつ逆行させるにあたりスクロースを0.256g, 0.416g, 0.768g添加するというモデルになる。これは希釈水に比例するので、線形近似した $y=0.242x$ の決定係数は、希釈水のとときと同じ $R^2=0.9788$ になる。実際にこのバージョンで実食した方が、逆行の精度が向上して感じられた。

3.3 カレーの味変化（順行）

論文[8]ではカレースープの熟成に従って味センサーで測定を行い、塩味、うま味、渋味の変化があることがわかり、順行においてはすべて増加することが判明している。ここから、カレースープの味を1日ずつ変化させるためには100gあたり塩化ナトリウムを6mg, 379mg, 447mg, グルタミン酸ナトリウムを8mg, 14mg, 65mg, タンニン酸を3mg, 22mg, 50mg加えればよいと算出している。またそれぞれ近似を行っており、対数近似、指数近似、多次近似と異なる式によって、決定係数 $R^2=0.9481$, $R^2=0.9326$, $R^2=0.9926$ のモデル化を行っている。

これを、これまでと同じ方法で比率一定条件で近似すると、二次式での近似が最適とわかり、スケールして以下の近似式を得た。塩化ナトリウムは $y=33.7336x^2+7.1594x$, グルタミン酸ナトリウムは $y=3.8461x^2+7.1594x$, タンニン酸は $y=3.2353x^2+6.0223x$ 。そして、決定係数は $R^2=0.8577$, $R^2=0.8708$, $R^2=0.9647$ と、当然ながら論文[8]よりも下がっている。特に、先行研究で上に凸なモデル式となっていた塩化ナトリウムについて、今回は下に凸な二次関数となっているため視覚的に気になる(図7)。そこで、特にその差がある2日経過後の塩味が、1日経過後、3日目経過後と比べてどう感じられるかを実食した。これについては、なぜか本稿のほうが自然な変化に感じられた。たしかに、もとのデータを見ると、2日経過後の塩味の測定値自体が高すぎるのではないかと思える。論文[8]ではそのデータにひびかれて下に凸な対数関数で近似されていたが、むしろ今回のほうが、リアリティの高い結果になったのかもしれないと思っている。

さて、論文[8]では、1日目の酸味変化があまり感じられないため、そもそも主要パラメータから抜けていたが、2日目、3日目になると酸味の情報が無視できない程度になることがわかった。そこで、本稿ではさらなる改良として、これを表現すべく、同じ二次関数としてクエン酸をモデル化し加えることにした。3日経過後の酸味上昇の換算値がクエン酸で100mg相当であったことから、この点を通るような式 $y=6.8569x^2+12.7638x$ とした。この改良を行って実食すると、3日経過後の味表現によりリアリティが感じられた。

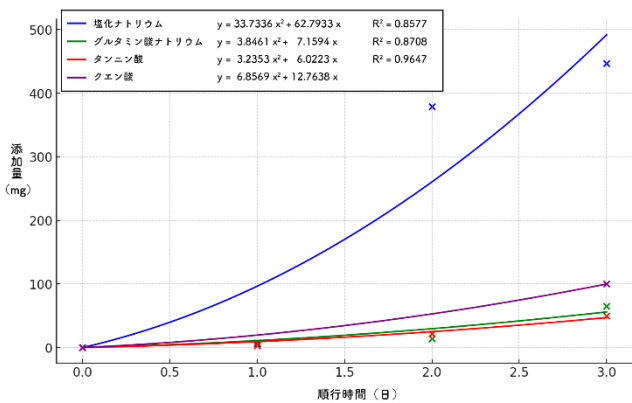


図 7 カレー順行の比率一定条件での近似結果。

3.4 カレーの味変化 (逆行)

カレーの場合、順行は塩味・うま味・渋味・酸味が全て増えていくプロセスであるため、逆行の場合にはこれを希釈する方法しかない。論文[8]ではカレースープの味を、1日ごとに逆行させる場合は 100g あたり水を 5.46g, 52.6g, 51.6g 加える必要があるとしている。この計算において、前節で述べた塩味のデータ異常にひびかれ、論文[8]では $y = 44.799 \log(x) + 9.7968$ という対数近似で、決定係数は $R^2 = 0.854$ と低めである。

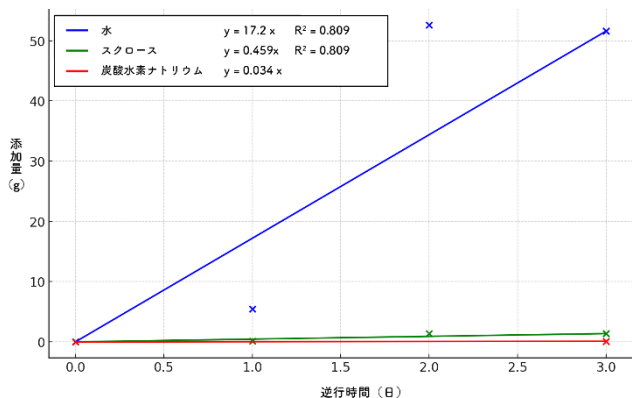


図 8 カレー逆行の比率一定条件での近似結果。

本稿ではこれをモデル化するとともに、前節で提案した酸味の添加に対して、中和剤 (炭酸水素ナトリウム) の添加を行うこととした。さらに論文[8]では、希釈による甘味の減衰が問題視されていたため、今回のレシピでは 3.2 節同様、希釈に応じたスクロースを添加する改良を行いたいと考えた。このことから、水、スクロース、炭酸水素ナトリウムの添加を考えると、線形近似が最適となった。希釈の水は $y = 17.2x$ となり、決定係数は $R^2 = 0.809$ と論文[8]を下回った。また、これに合わせて添加するスクロースは $y = 0.459x$ とした。希釈に伴う添加であるため決定係数は水と同じであるといえる。また、中和剤の炭酸水素ナトリウムは 3.3 節で加える酸に基づき $y = 0.034x$ とした(図 8)。これについて実食したところ、論文[8]との違いは少な

いものの、かなり多くの量の希釈となっていくため、粘性・香り・辛味といった観点で、逆行日数が増えるほど再現性が低くなると感じた。これについては論文[8]のレシピでも同様であった。なお、希釈に用いる水は、3日逆行させる場合はそのカレースープの半分ほどになるため、あふれこそしないがスプーンの容積ぎりぎりの数値であるといえる。スプーン内の規定量の 5ml に対して、2.5ml の水を出力すれば 7.5ml となり、容積 8ml のスプーンはほぼ全体が満ちる。食するとき、丁寧にスプーンを口に運ばないとこぼす可能性もある。

4. 考察

本稿では、混合した単一のタンクでの調味食器によって、論文[8]で示した味のタイムマシンの再現ができるかを、トマトとカレーの例で行った。その結果、これらの事例においては、順行・逆行ともに、比率一定での近似が可能で、実際に食してみてもほぼ同じ再現性であるといえる。

ただしこれは、あらゆる味の時系列変化が比率一定で近似できるという意味ではない。たとえば論文[8]ではウイスキーを熟成経過における成分分析結果を記している(図 9)。総酸 (主に酢酸)、エステル (主にエチルアセテート)、タンニン (主にエピカテキン) の増加量はそれぞれ増加量が異なり、総酸、エステルに比べて、タンニンは 6 年が経過したあたりから増加量が落ちているのがみとれる。このような増加傾向は、当然ながら比率一定の条件で再現することはできない。今後は、比率一定の条件で再現が難しい事例はどんな食品なのかを探していきたい。

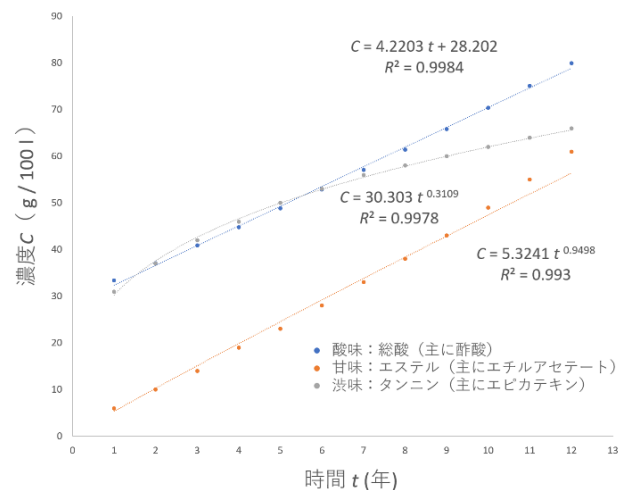


図 9 成分分析に基づくウイスキーの経年変化。
[13]のデータに基づいて著者が作成 ([8]より引用)。

Chronospoon ハードウェアについては今後も改良を続けていきたい。外装の追加だけでなく、もっと全長を短くできないかについても検討していきたいと考えている。注射器は、その構造上、長さが必要となっているが、蛇腹スポイト(図 10)であればもっと短くできるはずである。



図 10 小型化のために採用を検討している Tasun 蛇腹ピペット[14].

本研究がもたらすビジョンは、論文[8]とほぼ変わらず賞味期限の撤廃やそれに伴うフードロス削減である。特筆すべき点は、調味食器を用いた味変化の場合、従来の調味家電（TTTV, Taste-Time Traveller）と比較して待ち時間が短縮されることである。変化させる食品の量はスプーン 1 杯ぶんの 5ml にすぎない。このため、添加する溶液はさらに少なく済み、手軽かつ高速に味を変化させられる。

提案システムの応用範囲は論文[8]で述べていることと同様、幅広いと思うが、たとえば食品の熟成について学ぶ教材として教育効果が高いと考えられる。食品の熟成は時間を要するプロセスであり、その変化を観察することは一般的には困難であるが、瞬時に様々な時点での熟成過程の味が出力できることは大きなメリットである。また現在、実装の容易さから、Chronospoon を量産し始めているが、両手にそれぞれ Chronospoon を持ち、異なる時間の味として出力して、2つのスプーンで味比べをすると、より理解が深まるかもしれないと考えている。

最後に、味の経時変化の再現とは関係なく、本稿は調味食器の設計指針に大きな貢献を果たしている。これまでの調味家電は、食品の味全体を変化させるのに十分な量の味溶液タンクをもち、それらを混合できる機構と、食品に添加する機構を持っていた。しかし、テレビCM「あなたと世界を変えていく。(フィールテック・味覚共有篇)」[2]で示されているように、「十分な量の味溶液タンクをもち、それらを混合できる機構」と「食品に添加する機構」を分離し、前者は調味家電を設置するスプーンスタンドに搭載し、それで混合した溶液を適宜補充する構造にすれば、調味食器は大幅に計量小型なものとして設計できることになる。今後はこのような母艦と子機に分離する方針で調味食器のデザインを検討していきたいと考えている。

参考文献

- [1] NTT ドコモ. [プレスリリース] 世界初! 6G時代の新しい価値を提供する「人間拡張基盤」に味覚を共有する技術を開発 | お知らせ | NTT ドコモ https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2023/12/21_00.html
- [2] 「あなたと世界を変えていく。」 フィールテック・味覚共有篇 30秒 <https://youtu.be/NqKSoTAu-90>
- [3] 宮下芳明, 村上崇斗, 大友千宙, 深池美玖. TTTV3 (Transform The Taste and reproduce Varieties): 産地や品種の違いも再現する調味機構と LLM による味覚表現. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2023 論文集. Vol.2023, pp.236-243, 2023.
- [4] 村上崇斗, 宮下芳明: ポンプ混合式調味家電 TTTV3 (Transform The Taste and reproduce Varieties)の設計と実装, 第28回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2023.
- [5] 彭雪儿, 深池美玖, 笠原暢仁, 村上崇斗, 吉本健義, 湊祥輝, 富張瑠斗, 宮下蔵太, 川田健晴, 宮下芳明. 産地の異なるカカオの味の違いを定量化し純物質で再現する手法, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2023, pp.390-393, 2023.
- [6] 金珉志, 村上崇斗, 宮下芳明: ボトル装着型調味家電 TTTVin を用いたワインの味再現, 第31回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2023)予稿集, pp.1 - 3, 2023.
- [7] 宮下芳明. TTTV2 (Transform The Taste and Visual appearance): 食品の味と見た目を変える調味家電によるトレイト, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2022 論文集, Vol.2022, pp.143-150, 2022.
- [8] 宮下芳明: Taste Time Machine: 食品を過去や未来の味に変える装置の実現に向けて, 第31回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2023)予稿集, pp.55 - 61, 2023.
- [9] 藤澤秀彦, 宮下芳明: Taste-Time Traveller: 食品の時間を操る味覚 AR 装置, 第31回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2023)予稿集, pp.1 - 3, 2023.
- [10] 宮下芳明. 液体噴霧混合式の味ディスプレイの試作, 第29回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2021)論文集, pp.121-127, 2021.
- [11] Homei Miyashita, Yoshinobu Kaji, and Ai Sato: Electric Salt: Tableware Design for Enhancing Taste of Low-Salt Foods, The 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '23 Adjunct), pp.1 - 3, 2023.
- [12] デリコ, 味覚検査キット (味覚キット PRO) . http://www.delico.co.jp/?page_id=119
- [13] Baldwin, S., & Andreasen, A. A. Congener Development in Bourbon Whisky Matured at Various Proofs for Twelve Years. Journal of AOAC INTERNATIONAL, Vol.57, No.4, pp.940-950, 1974.
- [14] Tasun 4ml ピペット <https://amzn.asia/d/bDjMwqg>