

味以外の おいしさの科学

見た目・色・温度・重さ・イメージ、
容器・パッケージ、食器、調理器具による感覚変化

監修：山野善正



NTS

第3節

脳から考えるおいしさとは

一般社団法人応用脳科学コンソーシアム/株式会社 NTT データ経営研究所/横浜国立大学/大阪大学 萩原 一平

1. 脳の仕組みと「おいしさ」

ここに脳に関する4つの異なる意味を持つ「2」という数字がある。まず「0.2%」。身体全体の細胞数は60兆個(最近の研究では37兆個という説もある)に対して、脳にある神経細胞はわずか数百億~1千数百億個、約0.2~0.3%である。次は「2%」。脳の重さは男性で、1.3~1.4kg、女性で1.2~1.3kgと言われており、体重のわずか約2%しかない。一方、心臓から送られる血流量の約20%は脳に送られている。これが三番目の「2」である。そして、最後の「2」は脳の消費するエネルギー量で約「20W」である。人間一人の消費エネルギーが100W程度(白熱電球1個分)とも言われるが、脳はその約1/5に相当するエネルギーを使用している。

人間の脳は、全体細胞数の0.2%、重さでも身体全体の2%しかないのに、心臓から送り出される血液の20%が送られ、全体の20%のエネルギーを消費している臓器である。臓器の中ではエネルギー多消費型臓器とも言える。しかし、AIに比べれば消費エネルギーは格段に低い。例えば、世界一の棋士に勝利したアルファGOの消費エネルギーは25万W、世界一のスーパーコンピュータ富岳が3千万~4千万Wである。

脳は臓器の中で唯一、情報を入力して情報を出力する臓器と考えられており、人間の「司令塔」とも言われる。このように考えると、脳がいかに省エネルギー型の情報処理システムであるかが理解できる。

確かにAIの計算処理速度は人間よりもはるかに速いが、少なくとも現時点では人間の脳と同等の機能を有するAIは存在しないし、まだその実現までには相当の時間がかかると予測されている。そして、何よりも20Wという低エネルギーで人間の脳のような能力を持つAIは存在しない。

それでは、脳に、エネルギー、すなわち血液をもっと送れば、脳はもっと賢く働いてくれるのか。心臓は脳以外にもエネルギー源となる血液を送り出している。手足の筋肉、他の内臓器官、等々、脳にだけ多くの血液を送ってしまったら、他の部分が機能しない。残念ながら、脳に送ることができるエネルギー量の配分は決まっているのだ。そこで、脳は与えられた20%のエネルギーを有効に活用するために、常に環境の変化に対応する必要があるかどうかを確認しながら、変化がなければ無視する、変化が脳にとって重要であれば、変化に対応するために、

脳にとってもっとも効率的(省エネ)で価値の高い変化への対応方法を探索し、意思決定し、行動指令を出している。ここでいう、環境というのは、脳にとっての環境、すなわち身体内外の物理的、心理的、生理的環境等、さまざまな環境が含まれている。

例えば、お腹が空くというのは、身体内の環境変化と考えられるが、おいしいケーキを見たり、ウナギのかば焼きを焼くにおいを嗅いだりすること、すなわち外部の物理的環境が変化することでも脳は反応し空腹感が生じる。さらに、「やけ食い」というのがあるが、仕事があまく行かない、上司から怒られたなどのコミュニケーション環境、精神的環境の変化(ストレスレベルの変化)が食べるという行為を引き起こすこともあるだろう。

また、食は至福の時などと言われるが、人間は昔から食べている時が一番幸せを感じるとも言われる。いわゆる Society1.0(狩猟採集社会)では食べること=生きることであり、人間がサルから分化してから600~700万年、生きるために食事にありつけるというのはまさに至福の時であったのだろう。その時代では食べられるものと食べられないものを区別するために、視覚、嗅覚、味覚がまさに生きるためのセンサーとして重要だったのだ。

その後、約1万年前から始まった Society2.0(農耕社会)に入り、食生活は狩猟時代よりも安定し、安全に食べられるものが手に入りやすくなる。さらに250年前には、Society3.0(工業社会)に突入し、大量生産・保存・輸送技術の進化により、安全でおいしい食品はいつでも簡単に手に入るものになった。そして、約50~60年前、1960年代に開発されたインターネットにより始まったともいわれる Society4.0(情報社会)に至り、いわゆる「グルメ」と言われるような「美味」な食に関する情報を誰しもが手に入れ、簡単に食することができるようになった。技術の進化により、安心しておいしい食品が手に入る現在では、視覚、嗅覚、味覚というセンサーの役割も、狩猟採集時代のように安全かどうかを見極める役割から見た目も含め、おいしさかどうかを見極める役割に変わっている。

人間は一日3食、朝昼晩と食事(人によっては、おやつタイム、夜食もあり3食以上)をするわけで、この食習慣というのは700万年の人間の歴史の中で創られ脳に刻み込まれたものであり、そう簡単に変化するわけではない。もちろん、「おいしい」という概念・価値は時代とともに変化してきているだろう。

そう考えると、私たちが感じる「おいしさ」は、必ずしも味だけで決まるわけではなく、脳が単に味覚で感じる味だけで「おいしさ」の価値を判断しているわけではないことが理解できる。

さて、Society5.0(人間中心社会)において食はどんな役割を担い、「おいしさ」の価値はどのように変わり、五感を中心とする人間のセンサーはどんな働きを担うのであろうか。



2. 環境変化に対応する脳システム

環境変化に対応する脳のメカニズムをごく簡易的に示すと図1のようになる。まず、外部環境、身体内環境に変化が起こり、これを刺激情報として、五感を中心とした人間のセンサーが感知し、脳に信号を送る。脳はこの変化情報を遺伝的、経験的、学習的に蓄積された脳内の情報と比較して、変化を解釈し、変化への対応方法を探索する。変化が脳にとってプラス(+),

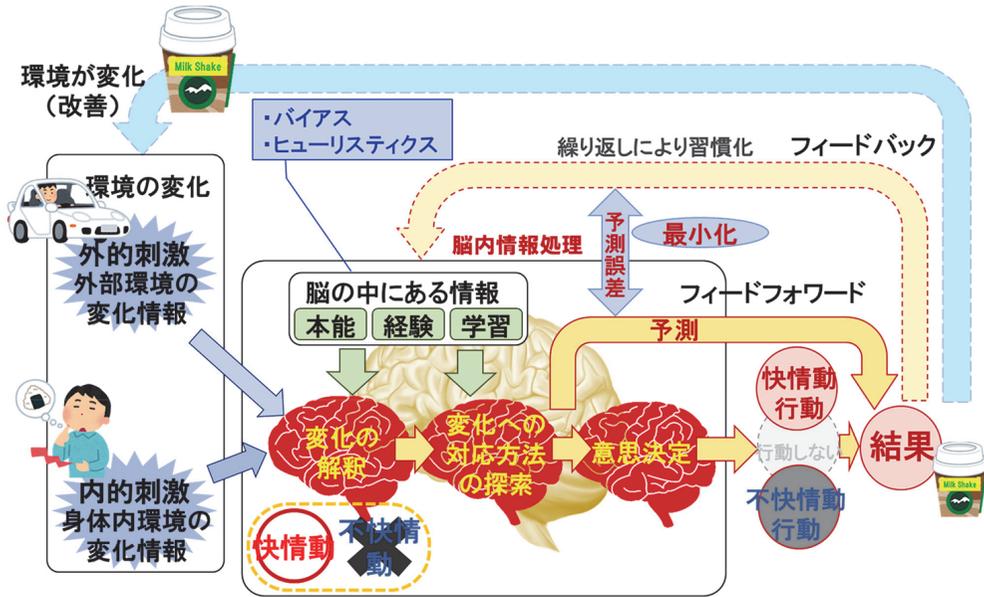


図1 環境変化に対応する脳のメカニズム

すなわち快情動を誘発するものであれば、その変化の状態を積極的に受け入れる、もしくは継続できるよう意思決定をし、行動指令を出す。この行動が快情動行動である。一方、変化が脳にとってマイナス(-)、すなわち不快情動を引き起こす場合、その変化を避けようとする(逃避行動)、もしくは変化をなくそう(攻撃行動)とするように意思決定し行動する(不快情動行動という)。例えば、目の前においしそうなケーキがあれば、思わず手を出してしまう。嫌いな食べ物があれば、遠ざける(逃避行動)、もしくは捨てる(攻撃行動)ということだ。

そして、脳は意思決定し行動する際に、常に結果を予測(フィードフォワード)し、実際の行動結果をフィードバックしている。この予測誤差が最小になるように意思決定を行い、行動指令を出している。その結果として行動が起こる。そして、これは繰り返しのより習慣化される。

予測誤差が小さいということは予測値、すなわち期待値と結果の差が小さいということであり、修正のためのエネルギーも小さくて済む。期待値よりもプラス方向に大きく予測誤差が生じれば、大きな快情動が発生するし、マイナス方向に大きく予測誤差があれば、失望感、怒り等の不快情動が大きく生ずる。

このような一連の流れの中で、脳は意思決定を行う際に、脳内にある情報を活用する。この情報が時としてバイアスを生む可能性がある。

例えば、以前、ある食品を食べて不味いと感じた記憶が残っていれば、それが古くて不味かっただけで新鮮なものを食べればおいしいかもしれない。仮にそうだとしても、まずい体験が記憶に強く残っていれば、次に同じ食品を見たときに食べたいとは思わない。

逆に、過去においしいと感じた食品が目前にあれば、食べたいと感じる。ところが、見た目が同じでも味は違うかもしれない。もしかすると見た目は以前よりもおいしそうに見えても実際はまずいかもしれない。

おいしさには、見た目のおいしさ、匂いのおいしさ、味のおいしさに加え、食べたときの食感(触感)のおいしさ(例えば、イクラやカズノコのプチプチ感、フライのサクサク感等)、音のおいしさ(例えば、煎餅、ポテトチップス、沢庵などを食べる時の音)もある。

すなわち、おいしさには、視覚情報、嗅覚情報、そして味覚情報、さらに触覚情報、聴覚情報も含め食行為に関するマルチモーダルな刺激情報が全て影響するし、脳内の記憶情報も極めて重要であるということだ。

さらに、「チョイスブラインドネス」と言われる事後的心理アンケートの盲点もある。

ジャム・紅茶のテイasting実験¹⁾を行い、2種類のジャムや紅茶の味を評価してもらう。その後、「好き」と答えた方のジャムや紅茶を再評価し、好きな理由を尋ねる。ところが、二回目に再評価してもらう際にテイastingするのはマジシャンである評価依頼者が一回目には被験者が選んでない方のジャムや紅茶を被験者にはわからない方法ですり替えて出している。被験者は自分が選んでいないジャムや紅茶にもかかわらず、一回目に選んだジャムが出されたと思いきな理由を述べるというのである。約8割の被験者はすり替えられたことに気づかないという。まさに「チョイスブラインドネス」、盲目的選択なのである。

従来のマーケティングで利用されているアンケートや会場調査などは事後的かつ言語ベースのため、「真」の好みや選択理由はわからない。前述したのは、これらの主観評価手法に潜むリスクを実証した研究である。どのように好みやおいしさを計測するか、この問題は単純なようで極めて奥の深い課題である。

それでは、そもそも、脳はどのように五感から入力される情報を処理しているのだろうか。脳内の情報処理システムには、ボトムアップ処理とトップダウン処理があるという。前者は、感覚器官から脳に情報が上がり、それを脳が認識するプロセスである。一方、後者は、脳の中にある生得(本能・遺伝)的な情報、後天的に経験・学習により獲得された情報(記憶)をもとに脳が認識するプロセスである。脳はこれらのシステムを活用し、感覚情報を処理し、解釈、意思決定、行動指令を行なっている。

これだけでもかなり複雑な話であるが、さらに話を複雑にしているのが、マルチモーダルで脳に入力された情報がクロスモーダルで処理されるプロセスである。ある食品を口にする際には、まずその食品を見て、次にその香りを感じ、そして口の中に入れ味を感じる。その際には食感(触感)、食品によっては音を感じる。また、鼻から感じる鼻腔香気(オルソネーザル)以外に、口腔内から鼻に抜ける口腔香気(レトロネーザル)というのがある。このように、食する際にはさまざまな情報が脳に伝達される。

それでは、そもそも環境から脳に入力される情報量はどのくらいなのであろう。これは諸説あり、かなり古い文献ではあるが、おおよその目安としてイメージしていただくために示せば、視覚87%、聴覚7.0%、嗅覚3.5%、触覚1.5%、味1.0%と言われている²⁾。もう少し新しい文献で示すと、情報伝達率は表1のようになり、五感が環境から集める情報量は毎秒約1,100万ビットであり、脳はこの集めた情報を処理するプロセスで50ビット/秒まで圧縮している、言い換えれば、意識できる情報量は50ビット/秒程度であるという説もある³⁾⁴⁾。

いずれの数字もその根拠には不確かな部分があるが、これらの情報からだけではなく実際の経験からも理解できることとして、やはり脳に送られる情報量は視覚情報が圧倒的に多いとい

うことだ。しかも、通常はまず目で食品を見ることから食する行為が始まるということを考えると視覚優位の脳反応が起こることは容易に想像できる。

実際にさまざまな実験により、視覚情報が味覚情報よりも優位に働き、見た目の味が実際に味覚で感じる味よりも優位に感じられることがわかっている。例えば、横浜国立大学の岡嶋先生

の研究では、VRを利用してリアルタイムでマグロの赤身の刺身をトロの刺身と偽って食べさせると、多くの人が本当は赤身なのにトロの味に感じるという⁵⁾。この現象はクロスモーダル効果と呼ばれている脳内の情報処理によって生じるものである。

また、東京大学の鳴海先生らの研究では、VRでクッキーのサイズを実際より小さく見せたり、大きく見せたりして食べさせると食べる量が変化するという。VRで見せるクッキーを小さくすると実際に食べる量が減り、小さくすると増えるという⁶⁾。これは味への影響ではなく、食べる量との関係を示したものではあるが、食する行為において視覚優位が生じることを裏付ける研究と言える。

米国の研究では、コカ・コーラとペプシ・コーラのロゴの視覚効果を検証したものがある⁷⁾。ブラインドテストで試飲させると選好に差はでないのだが、ロゴを見せて試飲させると、コカ・コーラが選好されたという。また、主観評価だけでなくMRIで脳反応も計測し、コカ・コーラのロゴを見せて試飲したときのみ、報酬系に関係すると言われる海馬や背外側前頭前野の活動が確認された。この実験は当時、無意識のうちに刷り込まれているブランド力の強さを示すものとしてかなり話題になったという。これ以外にも、白ワインに赤い食品用着色料を加え、赤く見せると味の評価で赤ワインを表現する用語が増えるという研究⁸⁾もある。

視覚だけではない。価格情報が味に影響を与えるということをあきらかにした研究もある。ワインを使った実験で、実際には中身が全く同じであっても、価格情報を知らずに試飲させると好みに差が出ないのが、値段が高いという情報を与えて試飲させると、主観的な好みの度合いが高くなるなど、味覚以外の要素が味に影響を与えるという研究や事例は数多く存在する。

空腹のとき、喉が渴いているときに食べたり飲んだりする食事や飲料は何を食べても飲んでもおいしく感じる、凍えるような寒さの時に飲む暖かいスープや真夏の暑い日に食べるアイスやキンキンに冷えた飲料はおいしい、逆に、満腹の時にはどんなにおいしそうに見える食事でも食べたいとは思わないし、無理やり食べてもあまりおいしく感じない、重要なお客様との会食でたいへん高価な食事をしていてもおいしいと感じることができなかったというような経験は多くの人が持っているだろう。

このように、「おいしさというのはさまざまな身体内外の環境の変化情報によって変化する」、そして、「おいしさは商品が決めるのではない。消費者の脳が決めるのである。」ということ常々理解しておくことが重要である。

世界的に著名な経営学者であり、「イノベーションのジレンマ」や「ジョブ理論」の著書でも有名なクレイトン・クリステンセン(2020年1月逝去)が「ジョブ理論」⁹⁾の中で、示してい

表1 五感の情報伝達率³⁾

器官	情報伝達率(ビット/秒)
目	10,000,000
皮膚	1,000,000
耳	100,000
鼻	100,000
口	1,000

る事例を示しておきたい。

あるファストフードチェーンがミルクシェークの売上げを拡大するために、さまざまな取り組みを展開した。フレーバーやトッピングの種類を追加した。市場調査を行い、マーケットセグメンテーションを実施した。アンケートを行い、味、量、値段を製品に反映した。しかしいずれも、功を奏することはなかった。

相談を受けたクリステンセンらは消費者の行動観察とインタビューを行った。そこで、発見したのは、彼らのジョブ(やらなければならないこと)である。マイカー通勤が普通の米国において、毎日、自家用車で会社と家を往復するジョブで、カーオーディオで音楽やニュースを聞くことくらいしかやることのない朝夕のラッシュアワーはイライラの原因だろう。この時間を快適にする、すなわちこの通勤というジョブをよりいい形にするために、彼らはミルクシェークを買っていたのだ。ミルクシェークは腹持ちがよく、バナナやドーナツやコーラのようにすぐになくならない、手が汚れない、さらに眠気を覚ましてくれる、ちょうど手ごろだったということだ。ところが、同じ人が休日に子供と一緒にいるとき、子どもにミルクシェークをねだられ、寛大な心で優しく買ってあげる。彼らのジョブは朝と夕、平日と休日では異なる。同じ人が朝は通勤者の顔であり、休みの日は親の顔なのだ。それぞれに対応するミルクシェークの購買動機は異なる。したがって、1つですべてのニーズを満たすことはできない。

このストーリーからもわかるように、環境によって人間は何を快に感じるかは異なる。商品やサービスは媒体に過ぎない。顧客を満足させる、すなわち顧客の脳を満足させなければならない。

もう1人の世界的経営学者であり未来学者でもあったピーター・F・ドラッカーの名言の1つに「企業が生み出すのは満足する顧客である」というのがある。製品やサービスは単なる媒体に過ぎず、顧客が代金を支払うのはその企業が顧客に満足を与えるからである。企業は顧客を満足させ続けなければ存続できないということである。言い換えれば、「企業が生み出すものは満足した脳」であり、それゆえ、企業は「脳を知り、脳に聞き、脳を満足させる」ことが求められる。したがって、脳は何に満足するのかを探索することが重要なのである。

3. 脳情報を活用した AI の出現

冒頭に説明したように、脳はわずか20 Wのエネルギーでさまざまな情報処理を行っている。これに対し、アルファGOは25万 Wのエネルギーを使っている。しかし、囲碁ゲームというかなり限られた分野ではあるが、世界一の囲碁の棋士に勝負では勝っている。このアルファGOを開発したディープマインド社のリーダーであるデミス・ハサビス博士らの2017年の論文¹⁰⁾等からもわかるように、これからは人間の想像力や計画性、注意制御等の脳科学の知見や脳データをAI開発に活用し、逆にAIやAIから得られた知見を脳機能のシミュレーションなど脳科学研究に活用する、脳科学研究とAI開発のスパイラルアップが始まっている。そして、このスパイラルアップにより、これからは、研究開発はもちろん、マーケティング、人材育成、ブレインヘルスケア等、さまざまな分野で脳科学とAIの活用が進むことが予測される(図2)。

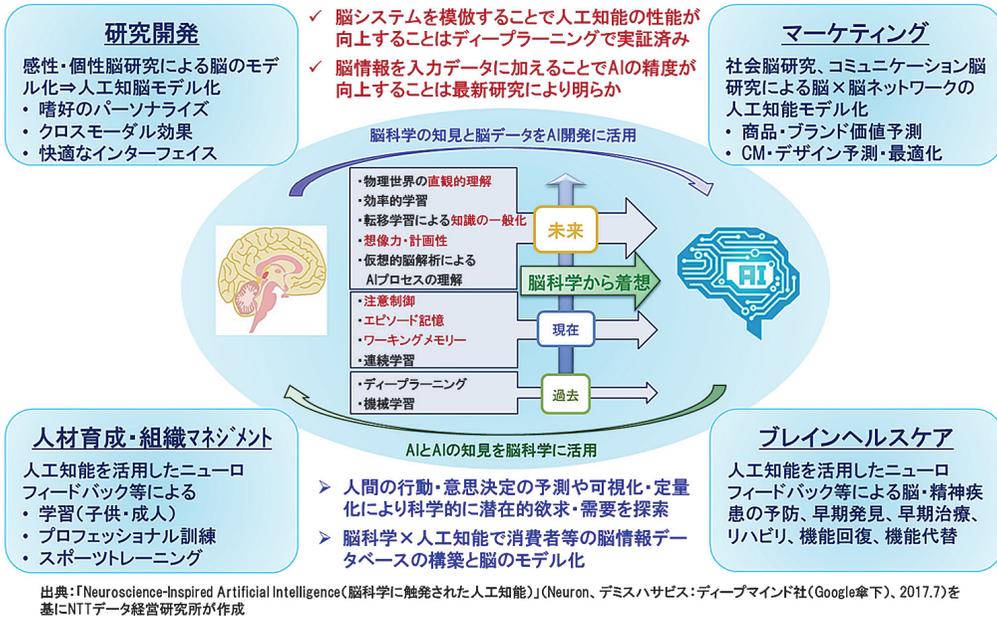


図2 脳科学研究と人工知能(AI)研究の融合がけん引するイノベーション

実際に、ITの急速な進歩による脳科学研究とAI研究が融合した新たな「脳融合型AI」の研究開発、そしてその産業応用の一例を示す。

大阪大学教授であり情報通信研究機構(NICT)未来ICT研究所脳情報通信融合研究センター(CiNet)PIの西本伸志先生らの研究をもとにCiNetとNTTデータグループが産学連携で開発したNeuroAI[®]・D-Planner^{®(11)}という脳融合型AIは、自然動画視聴中の脳活動をfMRI(functional Magnetic Resonance Imaging:機能的核磁気共鳴)装置で撮像し、人が何を見ているのかを解読する技術に応用し動画視聴中の脳反応を予測するツールである。NTTデータはCM等の動画(視聴覚情報)入力に対する脳反応をモデル化し、CMコンテンツの感性評価・予測に活用できるNeuroAI[®]システムを構築し、ビジネス化している。このモデルは一人ひとりの脳をモデル化することもできる。

図3にその概要を示す。図の左側にある画像がCM動画である。図の右側は、この動画の各場面をfMRIの中で観ているときの脳反応を言語化し、名詞・動詞・形容詞に分けて反応の強い順に表示したものである。実際には場面ごとに右側の単語はめまぐるしく変化する。

さらにfMRIを使用せずに、脳をモデル化したAIに動画等の視聴覚情報を入力し、感性評価・予測ができるD-Planner[®]は比較的簡便にシミュレーションが可能であることから、より幅広い応用が期待されている。

実際に、TV通販番組の番組内容をD-Plannerの前身となるnAomIという脳融合型AIを活用し、番組を再編集し放映したところ、視聴中の入電件数を約28%も上げることができたという(図4)¹²⁾。

また、音楽トレンドを可視化し、ヒットソングの予測に活用するなどの研究開発も行われている¹³⁾¹⁴⁾。

動画(CMコンテンツ、下記左)を見ているときの脳反応をfMRIで解説、言語化し、何を見ているか、どのように感じているかを客観的に推定(下記右)(アンケート等の主観評価手法を用いずに推定)

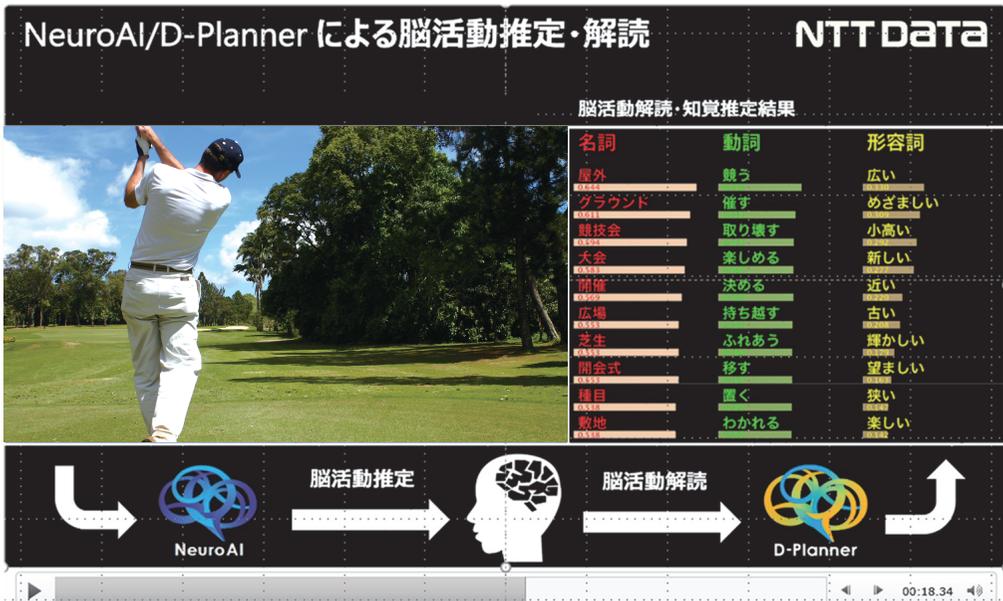


図3 脳科学研究と人工知能(AI)研究の融合事例

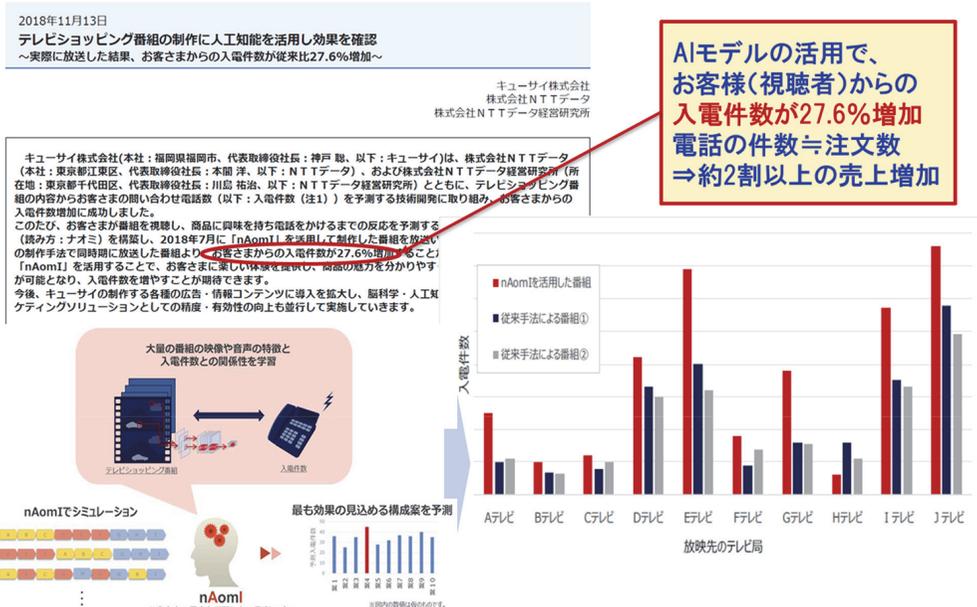


図4 脳融合型AIによるTV視聴者の感性予測

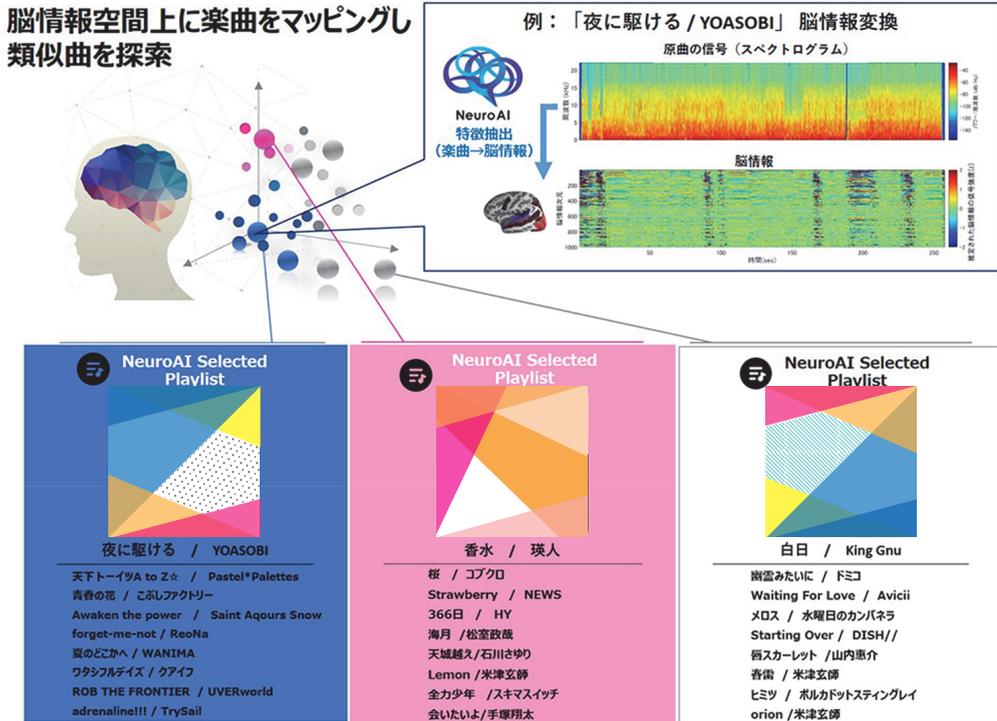


図5 “NeuroAI selected Playlist” 特定の曲と類似した脳情報表現が推定された楽曲をリスト化

この研究では、楽曲を聴いている時の脳活動を推定し楽曲の特徴抽出と可視化を行うとともに、楽曲の特徴(脳情報・歌詞・コード進行)とチャートデータによる楽曲トレンドの定量把握とトレンド予測を行ったという。NeuroAIを音楽に適用することにより、音楽ジャンルの情報や音声信号処理によらない新たな「楽曲特徴」を定量化できたという。特に、脳情報に含まれる、人間が感じる音楽への潜在的かつ言語化不可能な反応を利用することで楽曲との出会いを提供する新たなアプローチが期待されるという(図5参照)。

このように、脳科学研究と人工知能(AI)研究を融合することによって、感性を定量的に評価、予測できるようになってきている。現時点では、まだCM 動画等の視聴覚情報、パッケージ等の静止画の視覚情報、音楽などの聴覚情報を入力とした脳モデルにしかビジネスには適用されていないが、今後、視触覚、視嗅覚等、視聴覚以外のクロスモーダル効果のある感性予測にも活用が期待されている。

現在、一般社団法人応用脳科学コンソーシアムでは、民間企業8社が共同で視触覚クロスモーダル感性価値、視嗅覚クロスモーダル感性価値の評価・予測を含む4つのテーマで脳融合型AIの研究開発を行っている¹⁵⁾。基本的には、今まで紹介した技術をベースに、さまざまなモードにおいてfMRIで取得する大量の脳情報データをもとに脳をモデル化し、AI化していく。

日本の飲料・食品関連産業は極めて技術レベルは高く、おいしい飲料・食品作りに長けている。各社が保有する経験的ノウハウやデータの質、量は膨大に存在するはずである。重要なこ

とは、これらのノウハウやデータをどういう形で可視化・定量化し、新たな飲料・食品作りに活用していくかである。そこには、AIの活用は必須となっていく。

しかし、この流れは決して新しい流れではない。素材・材料分野では、2010年頃から世界的にマテリアルズ・インフォマティクス(MI)というAIやビッグデータを活用した新素材開発の取り組みが行われており、すでに、新しい特性を有する素材などさまざまな成果を生み出している。日本の素材産業はもともと世界的にも競争力があるが、このMIの導入により新たな競争を迫られている。背景にはITの進化によりコンピュータの計算速度が飛躍的に高まっており、素材開発競争のスピードが急速に速くなっていることがある。米国、欧州、中国等、国家プロジェクトとして国が支援をしてMIを推進している。日本も2015年頃から経産省が支援をして技術開発を推進してきた。

飲料・食品産業の扱っているものは、同じ素材でもその複雑性は異なり、単に物理的・化学的特性だけで新たな商品ができるわけではないが、可視化・定量化としてのMIの手法は大いに参考になるはずである。

おいしさの可視化・定量化というのは、おいしさが単に素材、加工された製品で決まるものではなく、それを食する人間が置かれている環境によって異なるものであるがゆえに、簡単ではない。しかし、素材の特性から新たな食品を創造する取り組みは今までも経験的に行ってきていることである。これをどう可視化・定量化するかが問われている。

ネスレ、ペプシコ、アンハイザーブッシュ・インベプ。これは世界の食品産業TOP3である。いずれの会社もAIの導入を積極的に進めている。もちろん、サプライチェーンを中心にいわゆるDX(デジタルトランスフォーメーション)を行っているのは言うに及ばず、消費者理解に向けてもAIを活用している。一例を挙げれば、ペプシコは食のトレンドの把握・予測にAIを活用し、自社スナック菓子のフレーバーに海苔を採用したという¹⁶⁾。

飲料・食品ではないが、香料(フレグランス)の分野では世界TOP5に入る香料メーカーであるジボタンやフィルメニッヒ、シムライズ等では、AIを活用した香りのパーソナライゼーションの取り組みが行なわれている。

飲料・食品は健康志向の高まりとともに、健康になる飲料・食品であることが求められるが、その大前提は「おいしい」ということ、そして、その「おいしさ」は一人ひとりの嗜好と環境によって決まるものであり「パーソナライゼーション」がますます重要になるということだ。

ちなみに、日清食品の完全栄養食プロジェクト、「完全メシ」シリーズは飲料・食品産業の方々にとっては記憶に新しいであろう。そのキャッチフレーズは「好きなものを、好きなときに、好きなだけ楽しめる世界へ。」「栄養とおいしさの完全バランス」である。



4. なぜ脳科学研究とAI研究の融合が必要なのか

図1で示した「環境変化に対応する脳のメカニズム」は簡易的に示したものであるが、これをもっと学術的に意思決定モデルとして提唱している有名な研究がある。カリフォルニア工科大学(CalTech)のランゲル教授らの研究¹⁷⁾によると、私たちの購買活動は、現状把握⇒価値の

見積もり⇒行動の選択⇒結果の評価⇒体験の学習という5つのステップを経て行われるという。このモデルは最新の脳イメージング技術を活用した研究成果に基づいており、人間の嗜好形成(あるいは購買意思決定)に深く関与している。

とりわけ重要なのは、価値の見積もりである。価値の見積もりとは対象となる商品を買うか買わないかの判断をするプロセス、いわゆる意思決定プロセスであるが、ランゲルらはここに3つの独立したシステムが働いているという。①パブプロフ型システム、②習慣型システム、③ゴール指向型システムである。

①パブプロフ型システムとは、行動の先にある結果を意図せずに反射的に働くシステムで生得的なものが多い(学習によっても獲得可能)。例えば、盛られた食事を全部食べてしまう、梅干を見ると唾液が分泌されてしまうなどである。②習慣型システムというのは、反復学習の結果として習慣的に働くシステムでトライアル&エラーで学習するため獲得が遅い。例えば、毎朝出勤前にコーヒーが飲みたくなる、食後にタバコが吸いたくなるなどである。③ゴール指向型システムは、行動の先にある結果を計算・意図して働くシステムであり、もっとも高次の意思決定がなされているともいえる。健康のために健康食品を食べるようにする、ダイエットのためにランニングをするなどである。これはゴールにたどり着くまでのエネルギーが大きく、脳は自らが使うエネルギーを最小化しようとする傾向からゴール達成を諦めることもある。

ここにはいわゆる脳のバイアスが関係している。脳には時間割引関数で表されるシステムがあると考えられており、いわゆる目先の利益が大きく見え、長期的な利益を小さく見積もる傾向があるのだ。例えば、長期的には糖尿病リスクを考え甘いものを控えなければいけないのだが、目の前に甘くておいしそうなケーキがあれば、思わず手を出してしまう。目の前の利益を優先してしまうのだ。したがって、このゴール指向型システムが働く意思決定を習慣化するには、長期的な利益を大きくするか、目先の利益で長期的なゴールが失われないようにする必要がある。糖尿病リスクをより大きく感じるようにするか(いかにナッジを効かせるかという心理的手法はあるが、医科学的にこれを行うのはけっこう難しい)、甘くておいしくて糖分控えめのケーキを作るかである。

言い換えれば、おいしくて健康にいい飲料、食品そのものである。前述のクリステンセンのジョブ理論になぞらえれば、飲料・食品は媒体に過ぎず、消費者が達成しようとしているジョブは何かということである。そして、企業はそのジョブをできるだけエネルギーを使わずに行動に移せる方法は何かが問われているのだ。

このような新たな取り組みを推進するには、従来の経験的な知識や科学的知見だけでは実現は難しい。過去のイノベーションを脳科学の視点から見ると、イノベーションの要素は3つある。①空間からの解放、②時間からの解放、③プロセス(使い勝手)からの解放である。これら3つの解放は脳を満足させる3要素と言ってもいい。これは飲料・食品分野にも通ずる。

そして、これら3つの解放を行い、これからのイノベーションを実現するためには、可視化・定量化ツールとしてのデジタル技術の活用は必須といえる。

それゆえ、「脳が満足するおいしさ」を探求する支援ツールとして脳科学とAIの研究成果である「脳融合型AI」は市場が求めるものであるといえよう。



5. 新たな次世代「食」情報空間の創出に向けて

以上述べてきたように、脳の視点から「おいしさ」を考えると、味覚、嗅覚はもちろんであるが、視覚、触覚、聴覚等の感覚器官が、脳が感じる「おいしさ」に影響を与えていることがわかる。また、その人が置かれている外部環境の変化、身体環境の変化も当然のことながら「おいしさ」を左右する。

言い換えれば、食品そのものはもちろん、食を取り巻くあらゆる環境情報が「おいしさ」に影響を与えているということである。

さて、いつ頃から「飽食の時代」と言われるようになったのか定かではないが、高度成長期には食生活も豊かになりだしていたので、おそらく既に50年くらいは経っているのではないだろうか。今や、食の質、量とも豊かになり過ぎ、食べ過ぎ、飲み過ぎ、栄養分の取り過ぎが大きな問題となっている。

食品産業は、この50年間、いかにおいしく、いかに安く、いかに多く、消費者に食を届けるかということでのしごを削ってきた。結果として、その恩恵を受け、私たちは昔とは比べ物にならないくらい、日常的においしい食事をするようになった。

しかし、一方で、高齢社会に突入する中、これからは、いかに健康的な食の時空間を提供するかということが重要になってきている。そして、これは日本だけではなく、先進国すべてに当てはまる現象である。

Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

健康とは、病気ではないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態にあることをいいます。

これはWHO憲章前文の一部であり、さまざまな場面で引用されるが、「well-being」というキーワードが社会的・経済的にも重要になりつつある。

まさに、食は「Well-being」を実現する重要な要素であり、適切な栄養摂取(肉体的)、おいしく楽しい食空間(精神的)、食事を介したコミュニケーション空間(社会的)により満たされた状態、すなわち健康な状態を創るものである。

そのためには、食を単なるモノとして扱うのではなく、新たな「食」情報空間として考えていくことが求められる。

すなわち、脳が食をどう情報としてとらえているかを科学的にデータ化して、おいしく感じつつ、バランスの取れた食の時空間をどう提供していくかという研究開発が求められるのではないだろうか。

一般社団法人応用脳科学コンソーシアムでは、今年度から、「脳から考える次世代情報空間研究会」を組成し、そのテーマの1つとして次世代「食」情報空間の研究を推進している。この研究会では、おいしい・楽しい食体験の向上と過食防止(減塩・減糖質・減脂質)という相反する内容を両立させる「食」の最適化を目指し、食を情報という視点から再構築することにつ

いて、脳科学、心理学、生理学、情報科学等の研究者と食関連企業会員の産学連携で研究を行っている。

1. 脳の仕組みと「おいしさ」でも述べたが、人間の進化のプロセスにおいて、食は至福の時であり、生きるために食べる、食べるために食材を探すという時代においては、視覚、嗅覚、味覚というセンサーは安全に食べられるかどうかを見た目の情報、匂いの情報、味の情報で確認するためのセンサーであった。ところが、今や、私たちは、安全かどうかは、賞味期限、消費期限という文字情報を視覚から入力し判断している。そして、前述のとおり、視覚、嗅覚、味覚というセンサーの役割は、狩猟採集時代のように安全かどうかを見極める役割から、見た目も含め、おいしいかどうかを見極める役割に変わっている。

進化のプロセスの中で、食と脳の関係は変化してきているのではないだろうか。そして、デジタル技術がその変化を一気に加速しつつある。

これからは、新たな次世代「食」情報空間をどう作るかが食関連産業に問われている。

文 献

- 1) L. Hall, P. Johansson, B. Tärning, S. Sikström and T. Deutgen : Magic at the marketplace : Choice blindness for the taste of jam and the smell of tea, *Cognition*, 117(1), 54 (2010).
- 2) 照明学会編：屋内照明のガイド, 電気書院 (1978).
- 3) Britannica, information theory – Physiology.
- 4) J. Fan : An information theory account of cognitive control, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (598), 680 (2014).
- 5) 岡嶋克典：脳科学と情報テクノロジーの融合, YNU 研究イノベーション・シンポジウム 2020, 横浜国立大学 産学官連携ページ, <https://sangaku.ynu.ac.jp/event/ynusympo2020/>
- 6) 鳴海拓志, 伴祐樹, 梶波崇, 谷川智洋, 廣瀬通孝：拡張現実感を利用した食品ボリュームの操作による満腹感の操作, 情報処理学会論文誌, 54(4), 1422 (2013). <https://kenko.sawai.co.jp/mirai/20200204.html>
- 7) S. M. McClure, J. Li, D. Tomlin, K. S. Cypert, L. M. Montague and P. R. Montague : Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks, *Neuron*, 44(2), 379 (2004).
- 8) G. Morrot, F. Brochet, D. Dubourdieu : The color of odors, *Brain and Language*, 79(2), 309 (2001).
- 9) クレイトン・クリステンセン：ジョブ理論, ハーパーコリンズ・ジャパン (2017).
- 10) D. Hassabis, D. Kumaran, C. Summerfield and M. Botvinick : Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence, *Neuron*, 95(2), 245 (2017).
- 11) NTT DATA : NeuroAI, <http://nttdata-neuroai.com> (2022.07.07 確認)
- 12) NTT データ経営研究所：テレビショッピング番組の制作に人工知能を活用し効果を確認～実際に放送した結果, お客さまからの入電件数が従来比 27.6% 増加～, (2018.11.13) <https://www.nttdata-strategy.com/newsrelease/181113.html>
- 13) Billboard JAPAN :〈Billboard JAPAN × NTT データ〉ビルボードライブ横浜のプロモーションビデオを脳科学で分析してみた, <https://www.billboard-japan.com/special/detail/3017> (2022.07.07 確認)
- 14) NTT データ経営研究所：脳科学と AI で音楽トレンドを可視化, ヒットソング予測に成功～ Billboard JAPAN と NTT データグループによる共同研究成果を分析サービスとしてトライアル提供開始～ (2020.09.03), <https://www.nttdata-strategy.com/newsrelease/200903.html>

- 15) 一般社団法人応用脳科学コンソーシアム, CAN が新しいテーマでの研究を開始! 参画企業も 8 社へ (2021.05.17), https://www.can-neuro.org/pdf/210517_pressrelease.pdf
- 16) How PepsiCo Uses AI in Production, Advertising, & Research (startuptalky.com)
- 17) A. Rangel, C. Camerer and R. Montague : A framework for studying the neurobiology of value-based decision-making, *Nature Reviews Neuroscience*, **9**, 545 (2008).

味以外のおいしさの科学

見た目・色・温度・重さ・イメージ、
容器・パッケージ、食器、調理器具による感覚変化

発行日	2022年11月11日 初版第一刷発行
監修者	山野 善正
発行者	吉田 隆
発行所	株式会社 エヌ・ティー・エス 〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1 科学技術館 2階 TEL.03-5224-5430 http://www.nts-book.co.jp
印刷・製本	倉敷印刷株式会社

ISBN978-4-86043-802-9

©2022 山野 善正 他

落丁・乱丁本はお取り替えます。無断複写・転写を禁じます。定価はケースに表示しております。
本書の内容に関し追加・訂正情報が生じた場合は、(株)エヌ・ティー・エスホームページにて掲載いたします。
※ホームページを閲覧する環境のない方は、当社営業部(03-5224-5430)へお問い合わせください。