

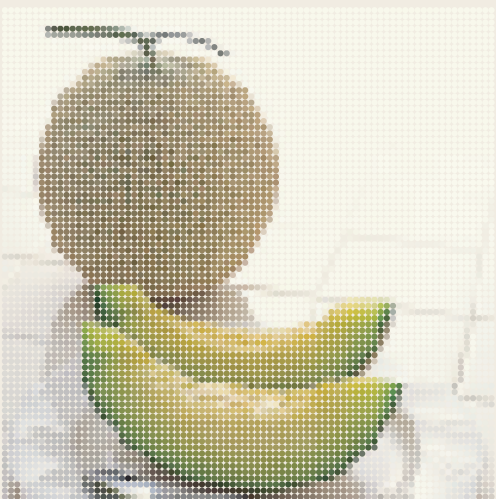
見えないものが見える？ メロン品質を可視化する技術

身近な技術と科学 ⑩



情報工学系
助教授 中内 茂樹

そもそも、なぜ私たちはモノを見ることができると言え、眼(網膜)に光を受感する細胞(視細胞)があり、その情報を脳で判断しているからです。人間は明るいときに働く3種類の視細胞(錐体視細胞)を持っており、それぞれ異なる波長域の光に対して感受性を持っています(図1)。このおかげで私たちは光の分光エネルギー分布の違いを色として感じることができます。私たちの視覚機能は非常に巧妙で、現代技術が学ぶべきところがたくさんあり、世界中で熱い議論が繰り広げられているのですが、今回はむしろ人間の視覚の限界とそれを越える技術についてご紹介したいと思います。



波長、色、色覚

もう一度、図1に注目してください。3種類の錐体細胞に端を発する「色を見る機能=色覚」によって私たちは光の分光エネルギー分布の違いを見分けることができます。私たち人間はほとんど無数と言ってよいほど多くの色(数百万色とも数千万色とも言われる)を識別できると言われていますが、2つの意味で色覚には限界があります。まず、色覚で捕らえられる光の波長範囲がわずかに約400~700nmの範囲に限られていることです。この範囲は可視領域と呼ばれ、読んで字の如くです。また、可視領域についての分光エネルギー情報をわずかに3種類のセンサで捕らえるため、相当量の情報が欠落してしまいます。例えば、テレビに出てくる美しい女性の肌色と目の前に居る女性の肌色がたまたま同じに「見えた」としても、それらの光の「物理的な性質」は全く異なり、人間に区別出来ないだけです。もちろん、そのおかげでテレビがあたかも自然に「見える」色を再現できるわけですが。

ヒトの眼を超える眼

ヒトの眼を超える一番分かりやすい方法は、人間には見えない波長帯域に感度を持ち、さらに(ある種の昆虫のように)3種類ではなくもっと多くの種類の(波長分解能の高い)色センサを用いる方法です。こうすれば原理的に人間に見えない情報を捕らえることが可能になります。私たちの研究室にあるスペクトルイメージング装置は、近赤外モノクロCCDカメラの前面に音響光学フィルタを設置したもので、400~1000nmの範囲について任意の波長帯域の映像を捉えることができます。これに似た装置はこれまでも衛星などに搭載されており、地球環境の変化を捉えることなどに成功してきましたが、最近の目覚ましい技術進歩により、どんどん装置は小型化され、性能も向上し、この地上でスペクトルイメージングが可能になりました。宇宙から地上に降りてくれば、当然その撮影対象も変化することになります。で、何を撮影しようかとしばらく考えていたところ、学会等々での雑談の中で、ふと渥美半島特産のメロンを思いついたのです。

食品品質を測る—近赤外分光法

消費者にとって食品品質に対する関心はどの時代でも高いのですが、かつてはそれを知る確かな方法が無く、「賢い奥様」が知っている秘伝の方法(いまでもスーパーなどでキャベツを持ち上げたり、なでてみたり、たたいたりしている人をとときき見かけ

ます)に頼らざるを得ませんでした。そうした技を持っていない人でも、私が子供の頃は八百屋のおじさんがこっそり教えてくれました。ところが、店舗の形態も変化し、おじさんも少なくなるにつれ、品質計測を何とか自動化しなければという機運が高まりました。

光を使った農産物の品質計測の試みは70年代から行われています。最初は可視光を使ったもので、いわゆる農産物の大きさとか表皮色計測が主な目的でした。見かけを重視する日本では一番早く実用化された技術の一つです。その後、80年代後半になって、人間には見えない近赤外領域の光を使って青果物の品質(糖度など)を計測する方法が研究されるようになりました。外観はともかく、やはり味を計測したいという要求に応えるためです。近赤外光を使った方法は近赤外分光法といって、現在、広く研究が進められています。そもそも、糖度などの味はその農産物に含まれている化学物質組成と高い相関があります。また、味に関わっている水、タンパク質、脂質、糖分、デンプンなどの化学成分はそれぞれ特定波長の光を吸収することが分かっており、その吸収の度合いからどの成分がどれだけ含まれているかをある程度正確に知ることができる、というのがこの方法の原理です。

メロンの糖度分布を見る

こうした方法は、桃、ナシ、りんご、トマト、みかんなどの青果物の他、乳製品、肉類、飲料品などにも応用されるようになってきました。また、その一部は実用化され選果場で稼働しているものもあります。計測法には様々ありますが、基本的には対象物に光を照射し、その反射光あるいは透過光の分光エネルギー成分(吸光度スペクトル)を調べるといった方式です。この方法は対象を破壊することなく計測できるというメリットがありますが、光を検出する場所が1点であるため(ポイント計測)、内部成分の分布までは分からず、全体の平均的な値を反映したのみになります。

メロンの話に戻ります。あるとき、渥美のメロン農家の方と話をする機会があったのですが、その方は「メロン作りは男のロマン」という印象的な言葉をおっしゃっていました。話せば長くなるので詳細は省略しますが、要するに自分が精魂込めて作ったメロンが選果場で選別されると、大したタマではないものまで自分と同じ特級に分類されてしまうのは納得し難い、というのです。その人のメロンは確かに非常においしいという評判なので、現在のポイント計測法では捉えられない何かがありそうです。私たちはポイント計測法を超える最初のステップとして、糖度の分布：どこがどのくらい甘いのかを計測することにしました。そのため

には、全ての場所について吸光度スペクトルを計測する必要があり、それを可能にするのがスペクトルイメージング法です。メロンを半分にした断面を撮影し、それぞれの場所ごとに吸光度スペクトルを計測した後、統計的な手法によって糖度分布を算出した結果が図2です。左から適熟期の少し前、適熟期、適熟期の少し後に収穫したメロン、右端は赤肉メロンです。まず、左3つの緑肉メロンを比べると、糖度の高い甘い部分が上の方から少しずつ広がっていく様子わかります。また、赤肉メロンは緑肉メロンに比べて糖度分布の偏りが少ない、つまり、特別甘いところも無い代わりに皮の近くまで甘いということも分かります。こうした違いが私たちが感じる「おいしさ」に微妙な影響を与えている可能性があります。

今回、豊橋種苗(株)さんより様々な品種、栽培時期のメロンをご提供いただき、全国的にも極めて貴重なデータを計測することができました。実は、こうしたご好意に報いるために私たちに何ができるかを担当学生と相談し、栽培から付き合うことにしよう、と決めたまでは良かったのですが、結局は邪魔になるばかり。それでもいろいろと興味深い体験やお話をお伺いすることができました。その学生が「こういうのを「ものづくり」って言うのですよね」と言っていたのもまた印象的でした。

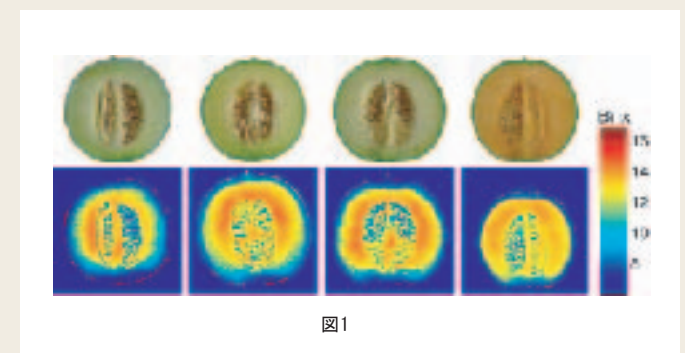


図1

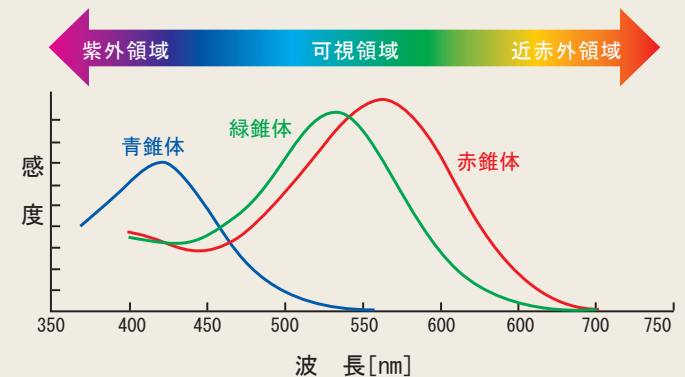


図2