

ハイパースペクトル技術の応用による食品水分の非破壊計測法の開発

佐 鳥 新 [北海道工業大学／准教授]
竹 内 佑 介 [北海道衛星株式会社／研究員]
原 潤 海 [株式会社電制]

背景・目的

食品の安全安心の指標のひとつとして水分含有量を非接触で評価可能な小型計測器の開発を目標に、次世代衛星画像センサであるハイパースペクトル技術に応用した分光スペクトル分析による光計測技術と数値化のアルゴリズムを確立すると共に、将来の安価な量産型計測器を製造するための予備設計を行う。

内容・方法

食品の水分含有量の有無を見る上で小松菜を使い計測を行った。対象は、購入直後を新鮮な小松菜とし、時間が経過し鮮度が落ちている小松菜を選定した。しかし、他の成分の要因におけるスペクトルの変化も考えられるため、水分のみ有無を確認する計測を行った。同じようなスペクトル変化を確認することができれば食品の水分の関係性を確定することになる。赤外分光器及びハイパースペクトルカメラを使用した。計測方法は、乾いたフェルト(Felt)、水に浸したフェルト(Felt-water)を計測した。

さらに、今回の研究の過程において、人間の顔スペクトルと水分の含有量の関係性の調査を試みた。その実験の過程において、スペクトルが疲労や飲酒などによって変化することが判明した。健康成人を対象に、8時間の仕事負荷前後(疲労群, n=5)、1時間の飲酒前後(飲酒群, n=4)でHSC1700により顔画像を取得した。医学的所見として、体温、血圧、脈拍、呼吸数、呼気アルコール濃度(飲酒群)、医師による診察(顔色、瞳孔径、深部反射、構音試験、平行感覚、味覚、嗅覚、痛覚、視野)を行い、主観的項目として、質問紙およびVAS(Visual analogue scale)を用いて、疲労度と酔酩度を評価した。

結果・成果

◆赤外分光器による小松菜のスペクトル計測

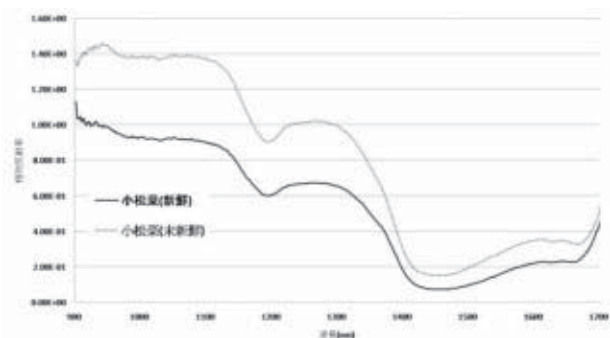


図1 小松菜のスペクトル特性グラフー赤外分光器ー

新鮮な小松菜と新鮮ではない小松菜において赤外スペクトルに変化があることがわかる。小松菜を含む野菜は、時間が経過すると干からびてゆく(水分が抜けていく)。以上の結果から赤外領域において食品水分の非破壊計測法を行うことは十分に可能であるといえる。

◆水分の有無

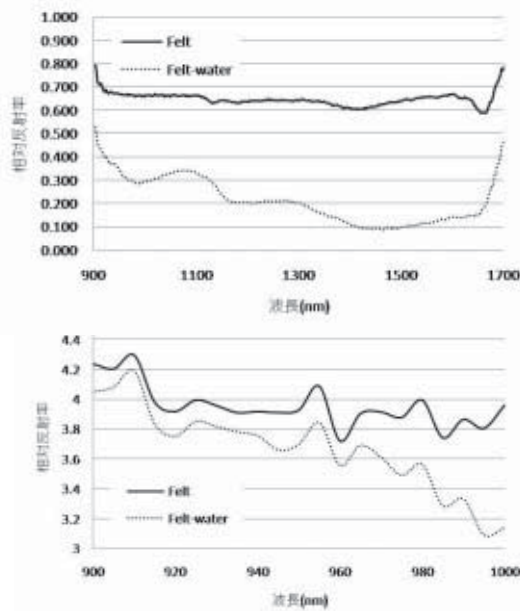


図2 スペクトルグラフ

上：赤外分光器 下：ハイパースペクトルカメラ

赤外分光器とハイパースペクトルカメラによる計測データから、同等の変化を示す結果を得た。この結果から小松菜のスペクトル変化は、水分と関係性があるといえる。このことから、ハイパースペクトル技術による水分含有量の非接触による計測が可能であるといえる。さらに、図3にハイパースペクトルカメラによる水分の可視化を行った。

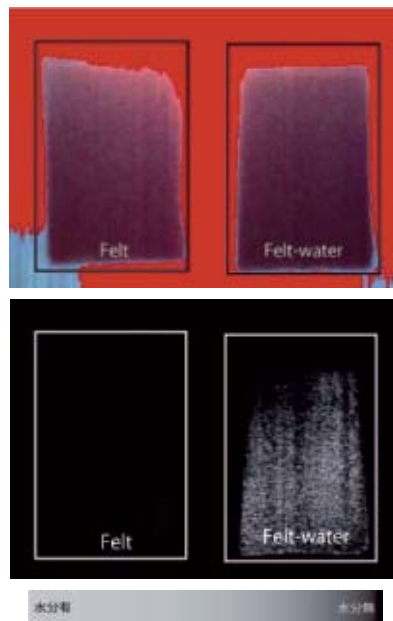


図3 上：RGB 画像 下：スペクトル解析画像

◆生体情報

本実験において、疲労および飲酒前後の顔色変化を、スペクトル情報の変化として観察することができた。飲酒前後の変化は、顔色(毛細血管拡張)、血圧、脈拍、感覚といった生体変化をともなう個体においてのみ認めたことより、飲酒に伴う生体変化をスペクトル変化としてとらえたものと考えられる。このスペクトル変化は、500-600nm において2峰性の変化を認めることより、血管拡張に伴う顔面表面のヘモグロビン含有量が増加したことと対応していると思われる。一方、疲労前後の変化は、スペクトル特性、空間(位置)特性ともに飲酒前後の変化とは異なっており、疲労に特異的なスペクトル変化を抽出した可能性がある。これらの変化を主観的疲労度の増加のあった個体に認めたことも支持所見である。但し、その背後にある生体変化は未知であり、今後、被検者数を増やして、他の検査と併せて医学的に検証していく必要がある。本要約書では、健常成人の飲酒に関するデータを示す。図4に、頬エリアの平均スペクトルグラフ、図5に解析結果を示す。本解析手法は、飲酒前のスペクトルを基準とし、飲酒前・飲酒後のスペクトルを比較し可視化したものである。

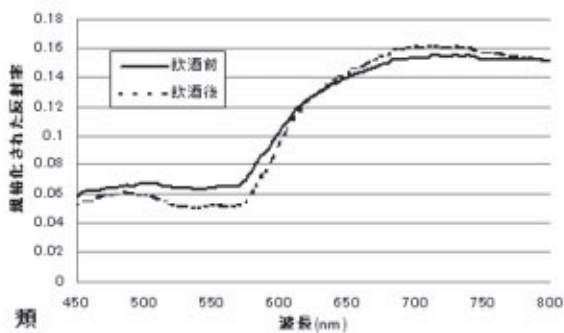


図4 頬スペクトルグラフ

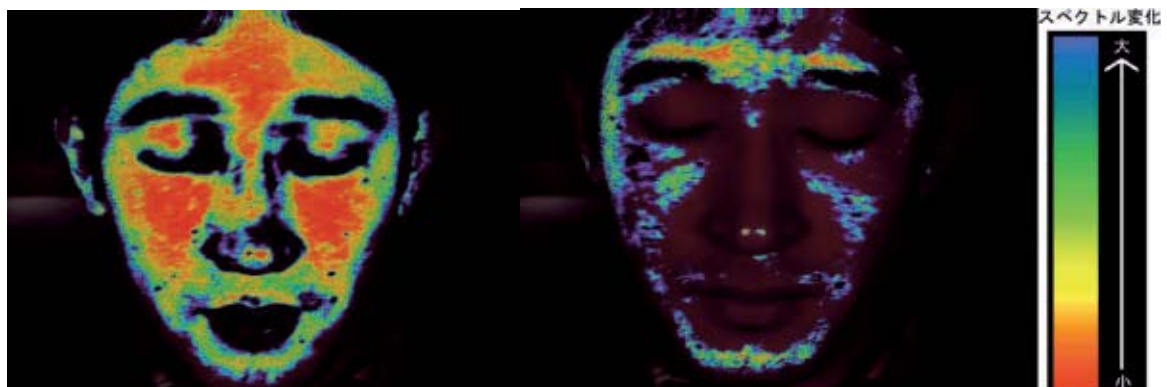


図5 スペクトル解析結果とRGB画像を結合させた解析画像
(左：飲酒前 右：飲酒後)

今後の展望

本研究は、「ハイパースペクトル技術の応用による食品水分の非破壊計測法の開発」であった。しかし、この研究を進めていく過程において、人の顔のスペクトルが疲労、飲酒前後の人間の状態変化とスペクトル特性には関係性があることを発見し、生体変化をスペクトル特性から可視化することができた。この結果からハイパースペクトル技術の応用による食品水分の非破壊計測法の開発から「人間の生体変化によるスペクトル特性の関係性」の研究へとシフトをした。この研究が発展すれば非接触にて生体変化を監視することができ、遠隔医療、健康管理システムや認証システムなど様々な分野への応用が可能であると期待される。