SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

光吸収分析
Spectrophotometric Analysis

No.A477

食品のカラー測定 ― 砂糖とジュースの色を測る ―

Color Measurement of Food ― Color Measurement in Sugar and Juice ―

食品には様々な色がついており，私たちの目を楽しませてくれています。またそれは食欲を増進させたり，減退させたりする原因にもなり，食べ物の質を外観で判断する際の重要な要素の一つとなっています。色は感覚的な面を持ちますが，試料を分光光度計で測定しその結果に対しカラー計算を実行することで客観的な数値として表現でき，試料間の色の比較が可能となります。

今回は，砂糖とジュースを測定し，それらのカラー値を求めました。砂糖では，上白糖，三温糖，黒糖等を粉末試料ホルダを用いて測定し試料間の色を比較しました。ジュースでは，野菜ジュースと果物ジュースを取り上げ，スクリュー管を用いて測定を行い色の違いを調べました。

M. Sugioka

Fig. 1　砂糖（A ～ F）
Sugar (A ～ F)

■砂糖の測定

Measurement of Sugars

様々な砂糖 6 種を測定用試料として用意しました。用意した 6 種の砂糖に対し A ～ F のアルファベット表記で区別したものを Table 1 に示します。測定した砂糖の写真を Fig. 1 に表示します。写真から，A 以外の砂糖は黄色味を帯びていることがわかります。測定に用いた粉末試料ホルダを Fig. 2 に示します。写真の左は試料を入れるための窓板付きセル，右は積分球に窓板付きセルを設置するためのホルダです。試料 B を詰めた窓板付きセルの写真を Fig. 3 に示します。固まりにくい試料を通常の積分球用試料皿に詰めた場合，試料がこぼれ落ちることがありますが，窓板付きセルを使用すると試料の脱落を防止することができます。

Table 1　測定した6種の砂糖
Six Measured Sugars

試料	砂糖の名称
A	上白糖
B	砂糖
C	砂糖
D	三温糖
E	加工黒糖
F	加工黒糖

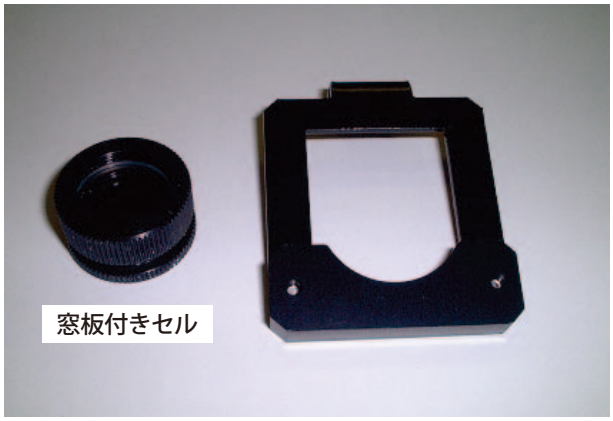

Fig. 2　粉末試料ホルダ
Holder for Powder Sample

Fig. 3　試料 B を詰めた窓板付きセル
Sample B set in Cell with Glass Plate

■砂糖の測定結果
Measurement Results of Sugars

Fig. 4 のように試料を積分球に設置し，全光線反射率を可視域の 380 nm ～ 780 nm の範囲で測定しました。 同一の試料に対し，試料をセルに入れ替えて 2 回ずつ測定を行いました。なお，反射基準として硫酸バリウムを詰めた窓板付きセルを使用し，ベースライン補正を行いました。

測定結果を Fig. 5 に，測定条件を Table 2 に示します。試料 A は，測定範囲でほとんど反射率に変化がなく，無彩色であることがわかります。A 以外の試料は，500 nm 以下の青色領域の反射率が相対的に低く，500 nm 以上の緑色領域と赤色領域の反射率が高くなっており，それらの混色である黄色系統の色をしているということがわかります。

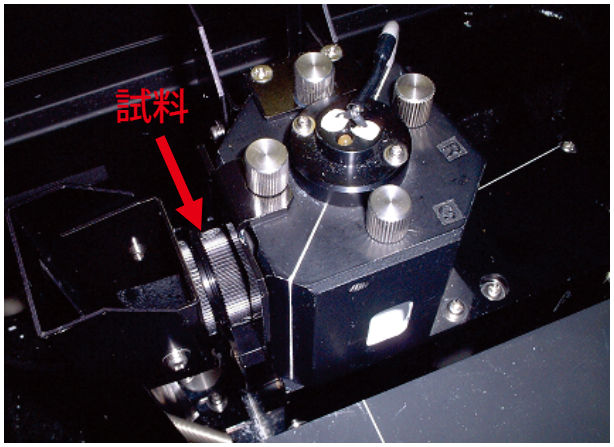

Fig. 4　試料を積分球に設置した状況
Sample set in an Integrating Sphere

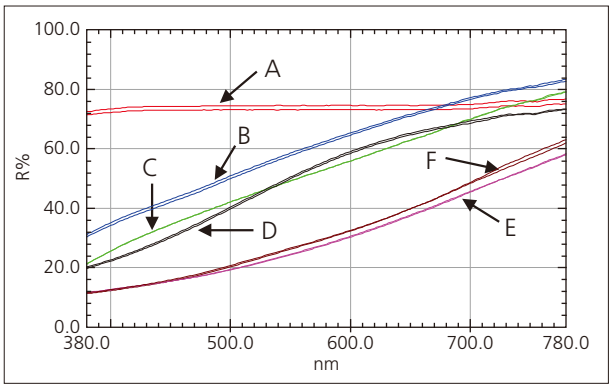

Fig. 5　試料の全光線反射スペクトル
赤線：A，青線：B，緑線：C，黒線：D，紫線：E，茶色線：F
Total Luminous Reflection Spectra of Samples
Red：A，Blue：B，Green：C，Black：D，Purple：E，Brown：F

Table 2　測定条件
Analytical Conditions

使用装置	：紫外可視近赤外分光光度計UV-3600，大形試料室MPC-3100（積分球内蔵）
測定波長範囲	：380 nm ～ 780 nm
スキャン スピード	：中速
サンプリングピッチ	：2.0 nm
測光値	：反射率
スリット幅	：8 nm

■砂糖のカラー計算
Color Calculation of Sugar

Fig. 5 の測定結果に対し，オプションのカラー測定ソフトウェアを用いて L*a*b* 表色系のカラー値を計算しました。その結果を Table 3 に示します。D65 照明，10 度視野で計算しました。

Table 3 の値を L*a*b* 色度図に表現したものを Fig. 6 に，Fig. 6 の右側の a*b* グラフ（横軸：a* 値，縦軸：b* 値）のプロット点付近を拡大したものを Fig. 7 に示します。

L*a*b* 色度図において，L* 値は左側の柱状グラフに，a*，b* 値は右側のグラフにプロットされます。L* グラフで高い位置にある試料ほど明るい色を持っています。Fig. 6 及び Table 3 より相対的に A が明るく，E や F が暗いことがわかります。右側の a*b* グラフでは円の中心にある試料ほどくすんだ色で，円の外側にあるものほど鮮やかな色であることを示しています。a*b* グラフの動径方向は色相を表し，円に向かって右方向が赤系統，上方向が黄系統，左方向が緑系統，下方向が青系統の色を表しています。Fig. 6 と Fig. 7 から，A 以外の試料はやや赤みがかった黄色をしていることがわかります。

このように色を 2 次元的な色度図に表示することで試料間の色の相対的な違いを把握することが可能となります。

Table 3　L*a*b* 値（D65 照明，10 度視野）
L*a*b* Value (D65 lamp, 10 degree of view)

データ名	L*	a*	b*
A-1	89.15	-0.06	0.22
A-2	88.48	-0.04	0.14
B-1	80.93	3.62	15.72
B-2	80.46	3.76	16.07
C-1	75.55	4.06	17.23
C-2	75.56	4.09	17.20
D-1	75.75	5.01	23.28
D-2	76.12	4.93	23.11
E-1	57.12	7.59	18.03
E-2	56.92	7.58	17.67
F-1	58.84	6.86	19.85
F-2	58.54	7.16	20.17

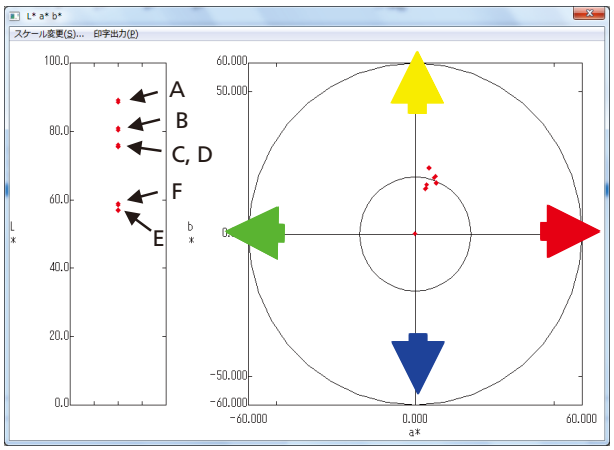

Fig. 6　L*a*b* 色度図
L*a*b* Color Space

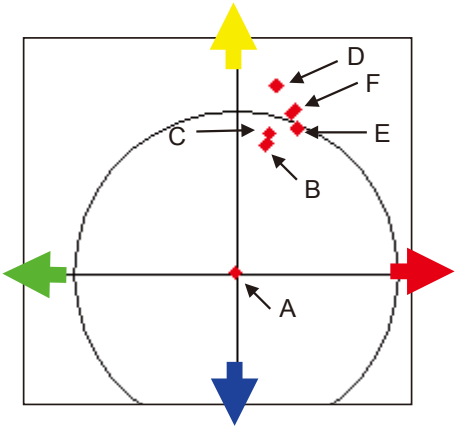

Fig. 7　Fig. 6 の a*b* 図の拡大図
Expanded a*b* Graph for Fig. 6

■ジュースの測定

Measurement of Juices

トマトジュース 1 種，野菜ジュース 3 種，人参ジュース 1 種の計 5 種類のジュースを測定用試料として用意しました。用意した 5 種のジュースに対し A ～ E のアルファベット表記で区別したものを Table 4 に，試料の写真を Fig. 8 に示します。スクリュー管に試料を入れ，Fig. 9 のように積分球に設置し，同一の試料に対しスクリュー管を替えて 2 回ずつ全光線反射率を測定しました。今回，全ての試料を同じ位置に設置できるように固定用ジグを積分球に取り付け測定を行いました。測定範囲は 380 nm ～ 780 nm の可視域とし，スクリュー管は使い捨てとしました。なお，反射測定の基準板として米国 Labsphere 社製のフッ素系樹脂白板 Spectralon® を使用しました。

Table 4　測定した 5 種のジュース
Five Measured Juices

試料	ジュースの名称
A	トマトジュース
B	野菜ジュース
C	野菜ジュース
D	野菜ジュース
E	人参ジュース

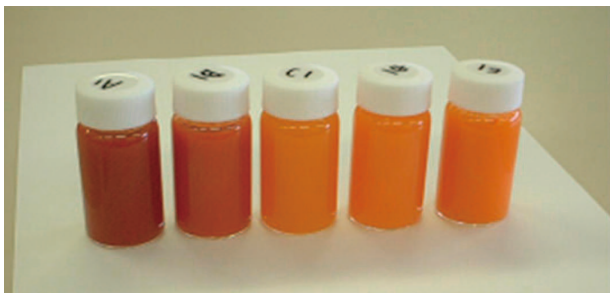

Fig. 8　スクリュー管に入れた試料（左から A ～ E）
Samples in Vial (A ～ E from left side)

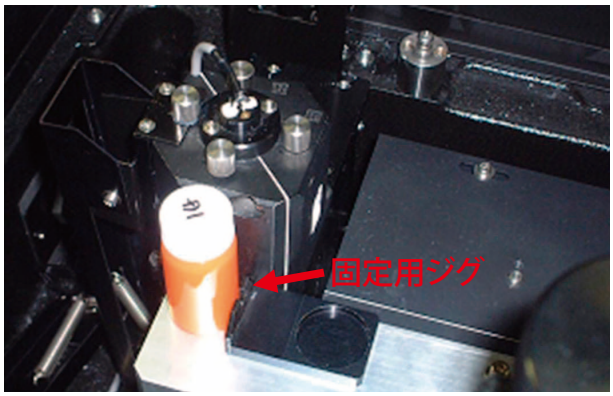

Fig. 9　試料を積分球に設置した状況
Sample set in an Integrating Sphere

■ジュースの測定結果

Measurement Result of Juices

測定結果を Fig. 10 に示します。測定条件は Table 2 と同じです。

Fig. 8 の写真から，A, B の試料は赤色に近く，C, D, E はオレンジ色に近い色をしています。Fig. 10 はその結果を反映しており，A と B は 600 nm 以上の赤色領域の光を多く反射しています。また，C, D, E は緑色領域の一部と赤色領域の光を反射しており，その混色によってオレンジ色になっていることがわかります。

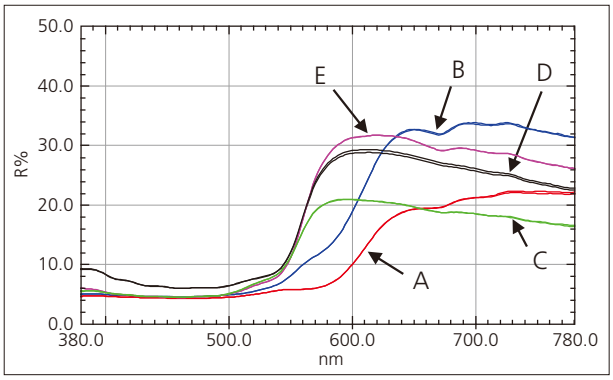

Fig. 10　試料の全光線反射スペクトル
赤線：A，青線：B，緑線：C，黒線：D，紫線：E
Total Luminous Reflection Spectra of Samples
Red：A，Blue：B，Green：C，Black：D，Purple：E

■ジュースのカラー計算
Color Calculation of Juices

Fig. 10 の測定結果に対し，L*a*b* 表色系 のカラー値を計算しました。その結果を Table 5 に示します。 C 照明，2 度視野で計算しました。

Table 5 の値を L*a*b* 色度図に表現したものを Fig. 11 に，Fig. 11 の右側の a*b* グラフのプロット点付近を拡大したものを Fig. 12 に示します。

Fig. 11 及び Table 5 より相対的に D, E は明るく，A は暗いことがわかります。Fig. 12 から，A は赤色に近く，C は黄色に近いことがわかります。また色の彩度（鮮やかさ）では，A はくすんだ色で，E は鮮やかな色であることがわかります。

Table 5　L*a*b* 値（C 照明，2 度視野）
L*a*b* Value (C lamp, 2 degree of view)

データ名	L*	a*	b*
A1	32.46	17.85	12.82
A2	32.44	17.95	12.86
B1	40.67	26.27	25.69
B2	40.66	26.16	25.62
C1	43.79	12.90	30.94
C2	43.87	12.88	30.86
D1	48.80	19.78	31.85
D2	48.51	19.58	31.45
E1	48.94	22.82	39.91
E2	48.95	22.78	39.91

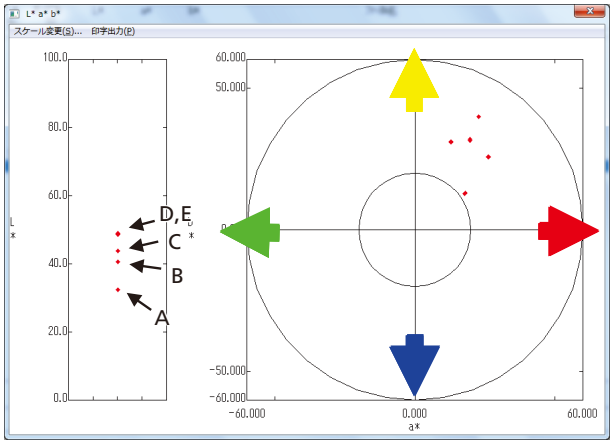

Fig. 11　L*a*b* 色度図
L*a*b* Color Space

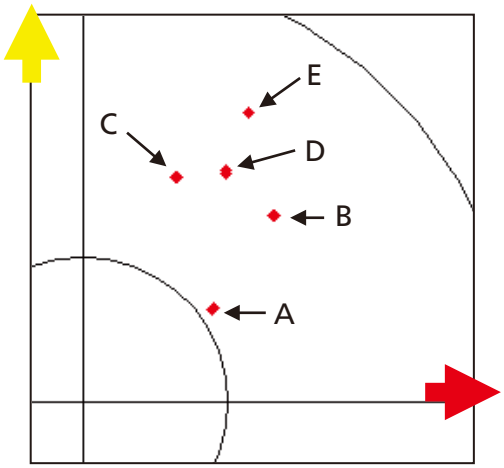

Fig. 12　Fig. 11 の a*b* グラフの拡大図
Expanded a*b* Graph for Fig. 11

■まとめ
Conclusion

今回，様々な種類の砂糖とジュースの色を測定し，それらの色を比較しました。砂糖では，粉末試料ホルダを用いて測定を行い，反射率データを取得しました。またジュースでは，スクリュー管を用いて測定を行い，反射率データを取得しました。それらの結果をカラー測定ソフトウェアを用いてカラー値に変換し，２次元的な色度図上にプロットすることで試料間の色の差異を表現することができました。これらの表現は商品の色を比較研究する上で役に立つ情報であると言えます。

このように紫外可視分光光度計とカラー測定ソフトウェアを組み合わせることで，様々な試料の色を定量的且つ視覚的に把握することが可能となります。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2014年1月

島津コールセンター　0120-131691
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。
https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。
https://solutions.shimadzu.co.jp/
会員制Webの閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。

3100-01402-525-IK
2014.1