

光散乱を使った食品の品質検査

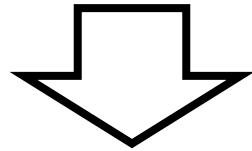
東洋大学 理工学部 勝亦 徹

<目的> 光を使った簡便・迅速な食品検査技術の開発

<検討項目>

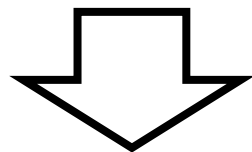
- ① 光散乱による果汁および果実の品質検査
- ② 後方光散乱による牛乳の品質検査

食品の品質検査
脂質や固体粒子と液体の複雑な混合物
(果物、果汁、牛乳など)



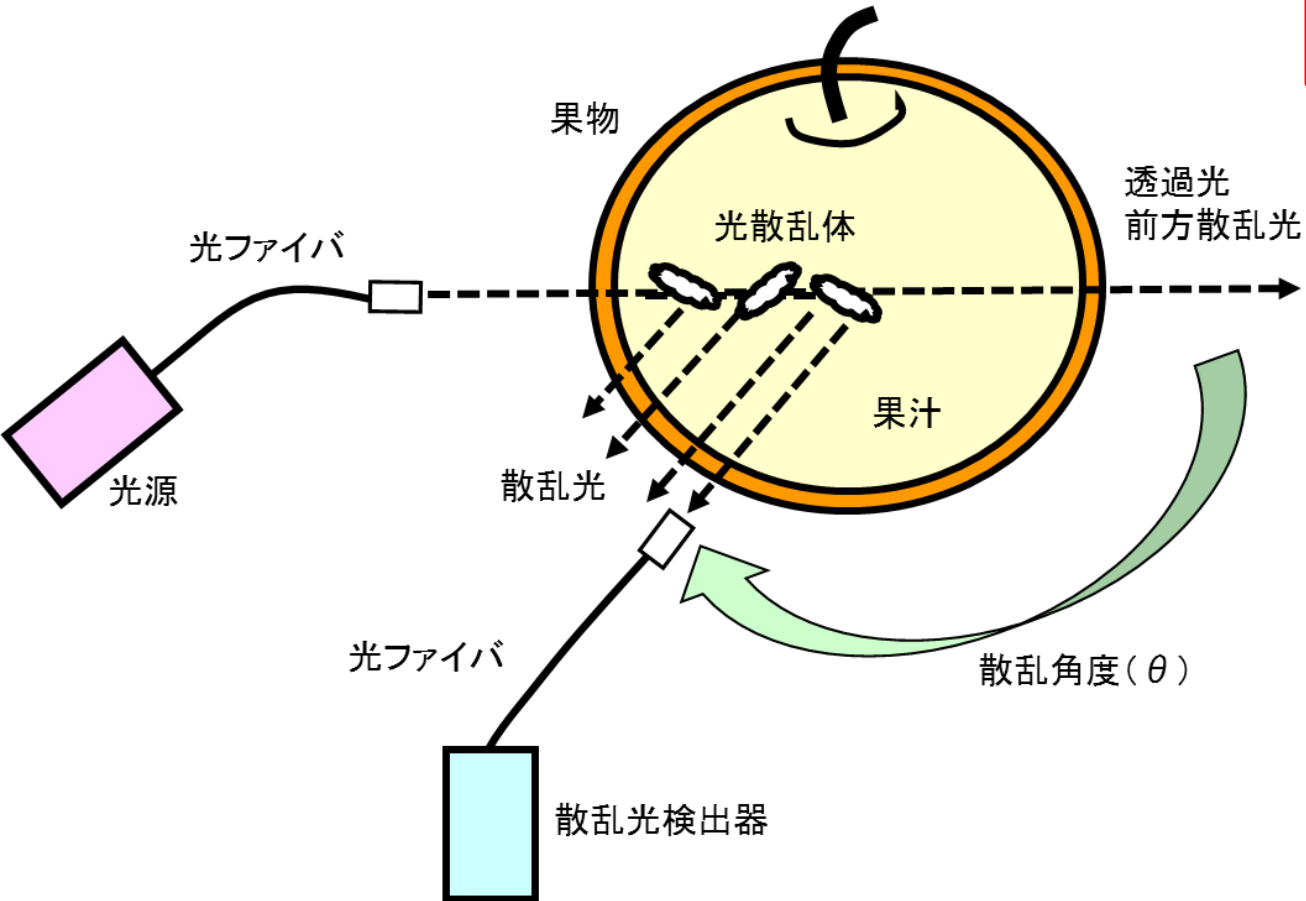
品質検査技術
分離分析: 液体クロマトグラフィー(HPLC)など
欠点: 試料の前処理、長い検査時間

光を使った簡便・迅速な食品検査:
屈折率測定、近赤外線的光吸収測定
欠点: 強い光散乱のため光測定が困難

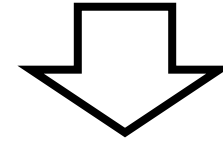


光散乱を積極的に活用した品質検査技術の開発が必要！！

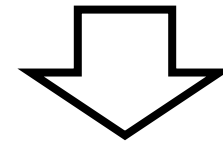
光散乱による果汁および果実の品質検査



散乱強度は、果汁と散乱体(セルロース)の屈折率比によって変化する。



散乱強度を使って糖度が測定可能

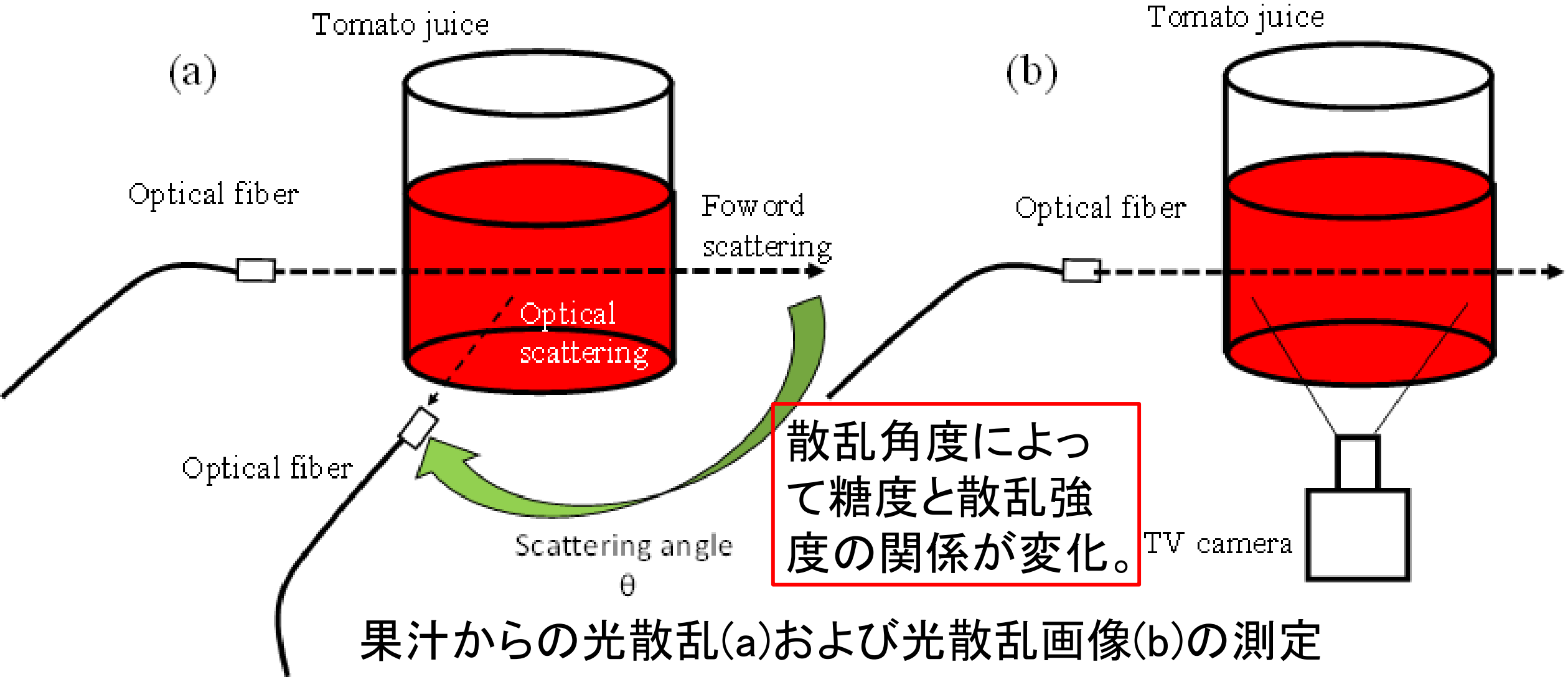


散乱光が測定できれば、どの波長でも糖度測定が可能である。

果汁・果実による光散乱のメカニズム

- [1] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 182 (2019) 1064–1073.
- [2] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, and T. Matsumoto, Rev. Sci. Instrum. 90, 043102 (2019).
- [4] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 199 (2019) 163128.

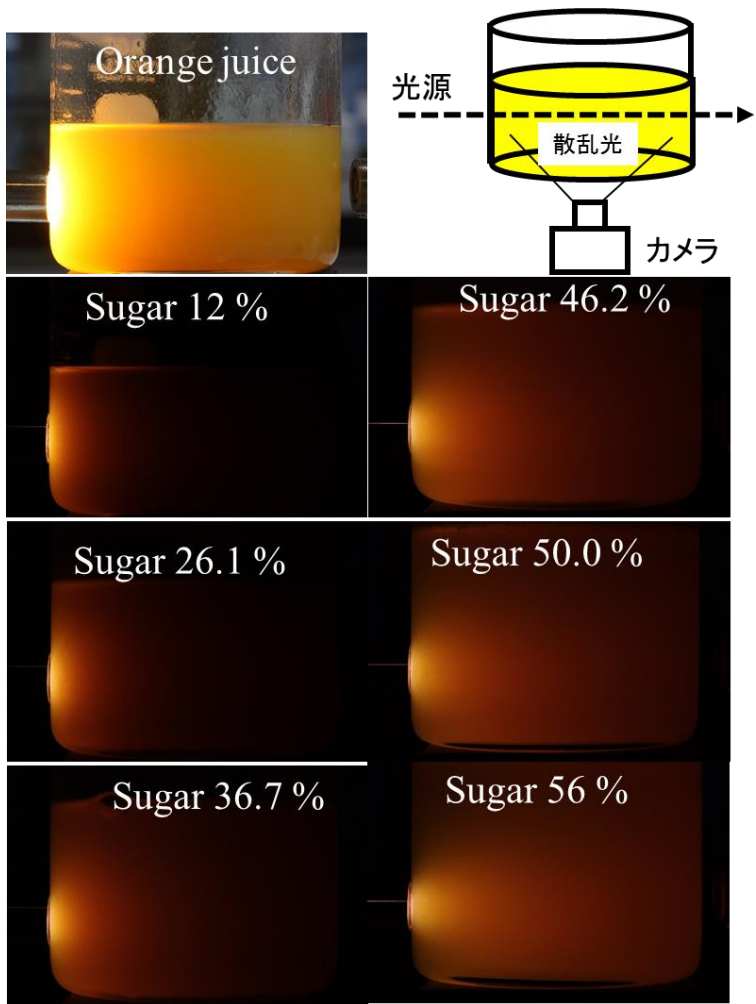
光散乱による果汁の糖度測定



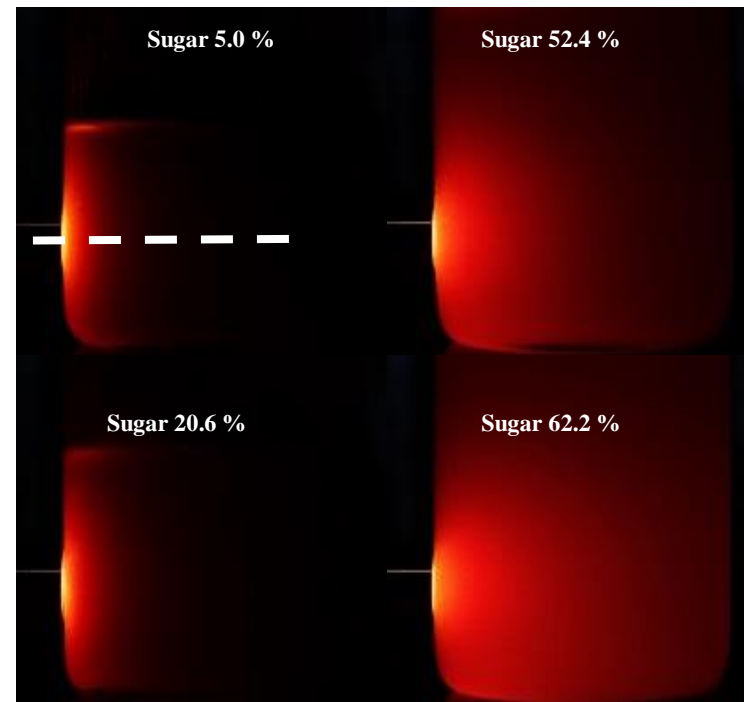
[1] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 182 (2019) 1064–1073.

[4] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 199 (2019) 163128.

光散乱による果汁の糖度測定



果汁の糖度によって光散乱の様子が変化する。糖度が高いほど散乱が少なくなり、光が透過しやすくなる。



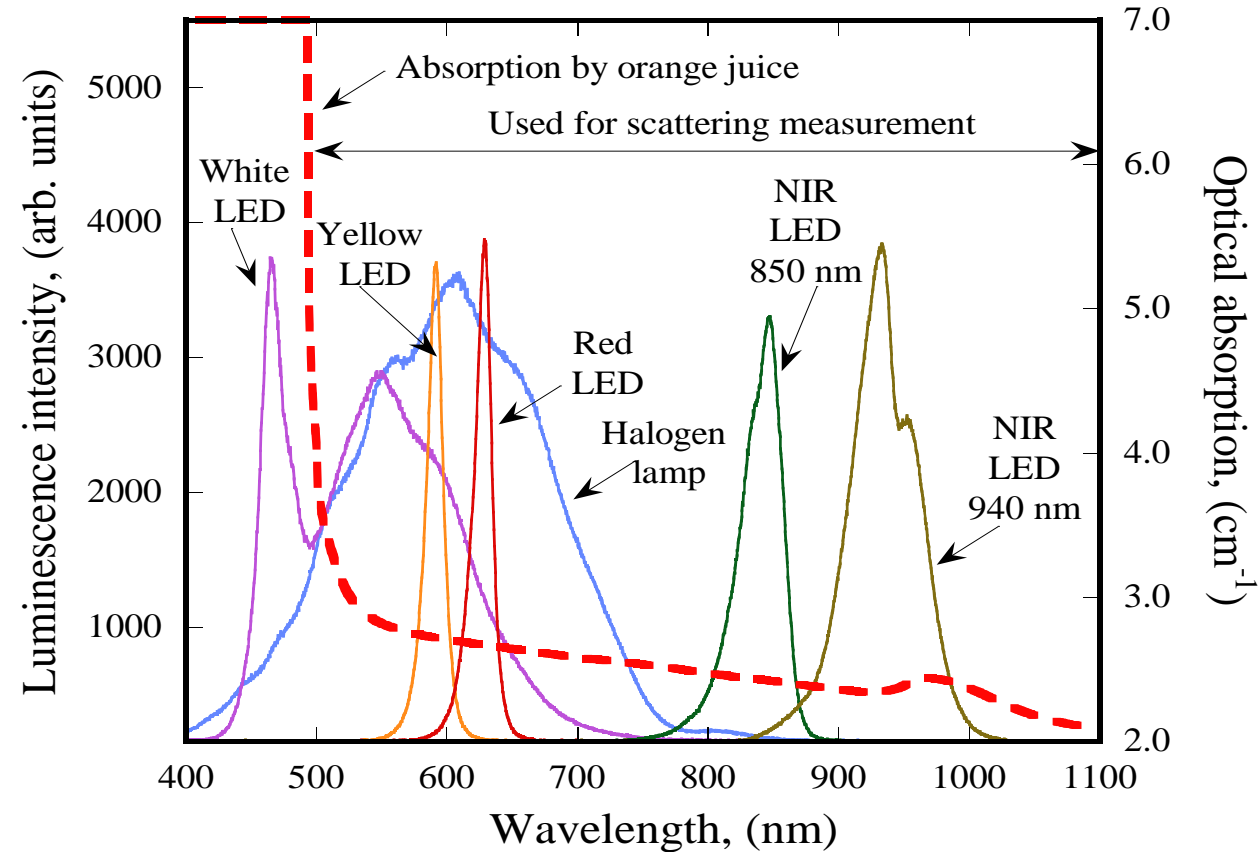
オレンジジュースからの光散乱画像

トマトジュースからの光散乱画像

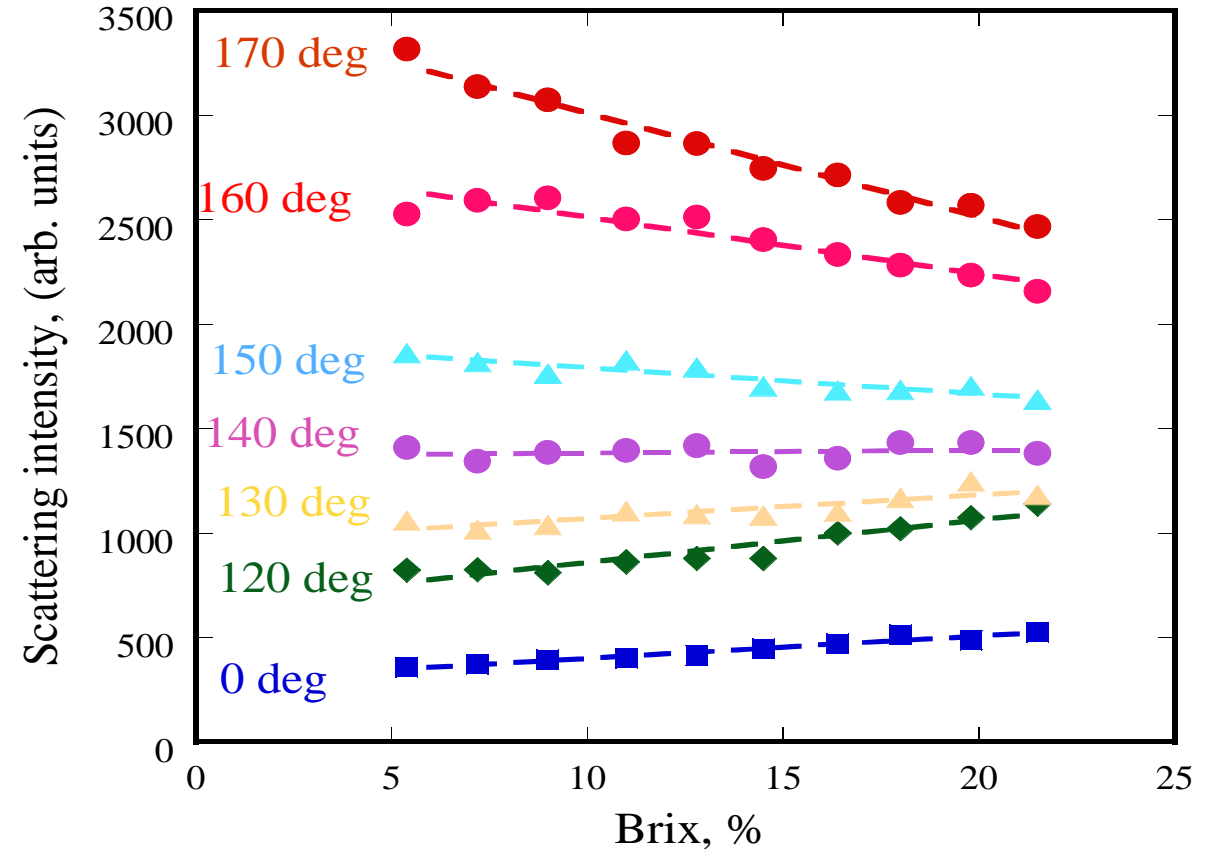
[1] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 182 (2019) 1064–1073.

[4] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 199 (2019) 163128.

果汁による光散乱を使った果汁の糖度測定

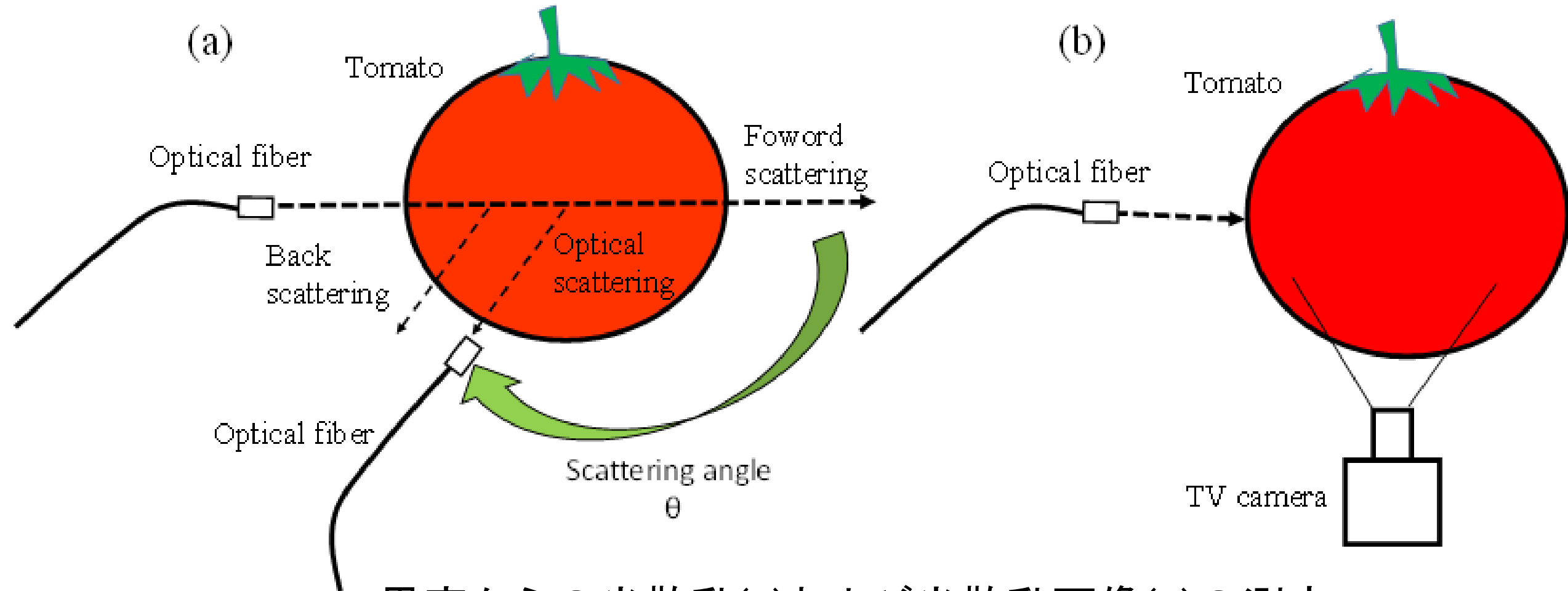


オレンジジュースの光吸収スペクトルと光源の発光波長



オレンジジュース光散乱強度と糖度の関係、散乱角度と波長で検量線の傾きが変化する。

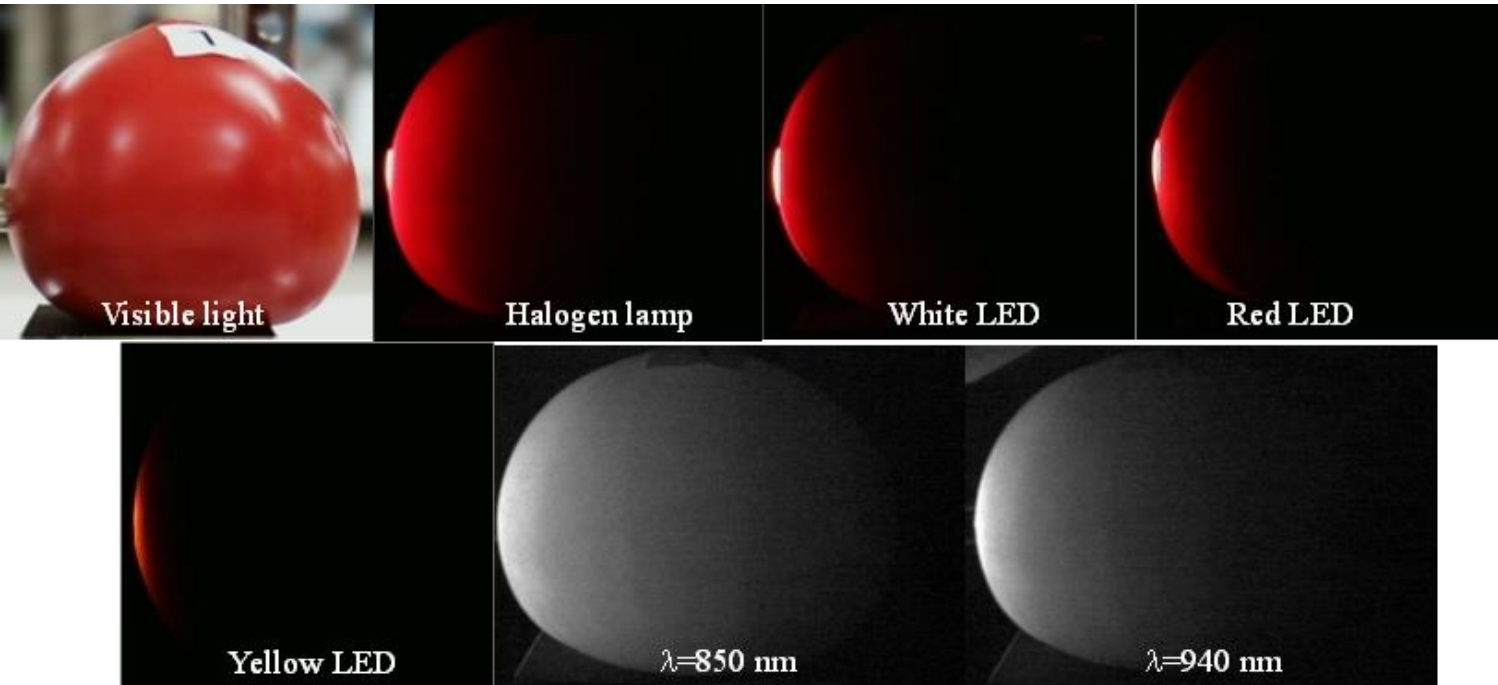
光散乱によるトマトの糖度測定



果実からの光散乱(a)および光散乱画像(b)の測定

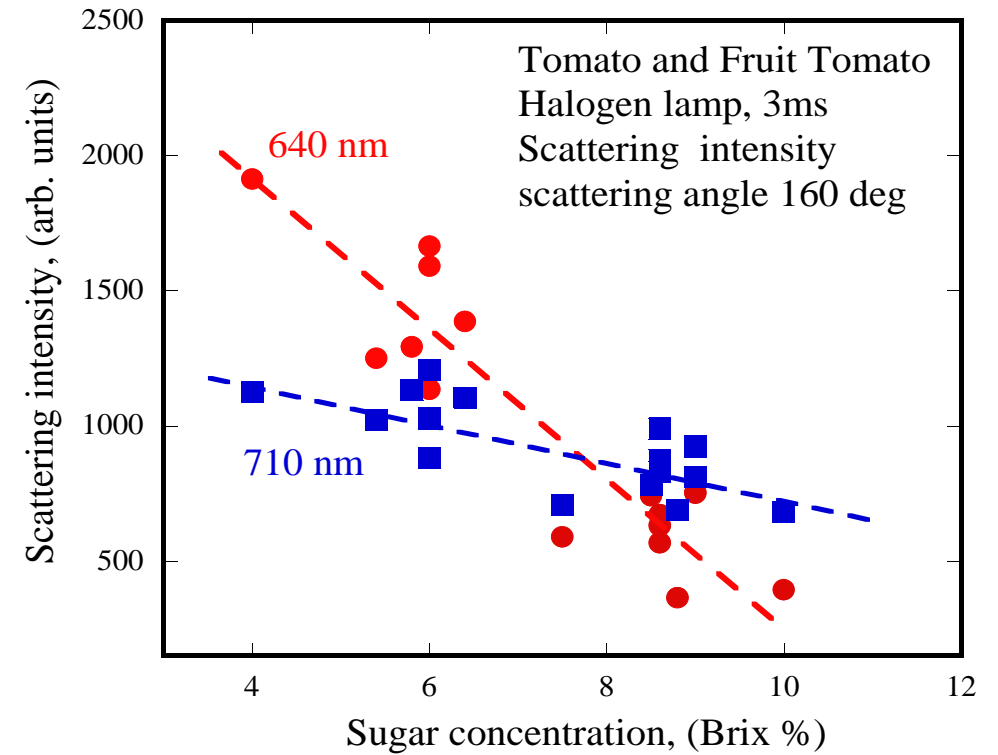
散乱光が測定できれば、波長に関係なく糖度が測定可能である。測定感度の高い散乱角度がある。

光散乱によるトマトの糖度測定



トマトからの光散乱画像

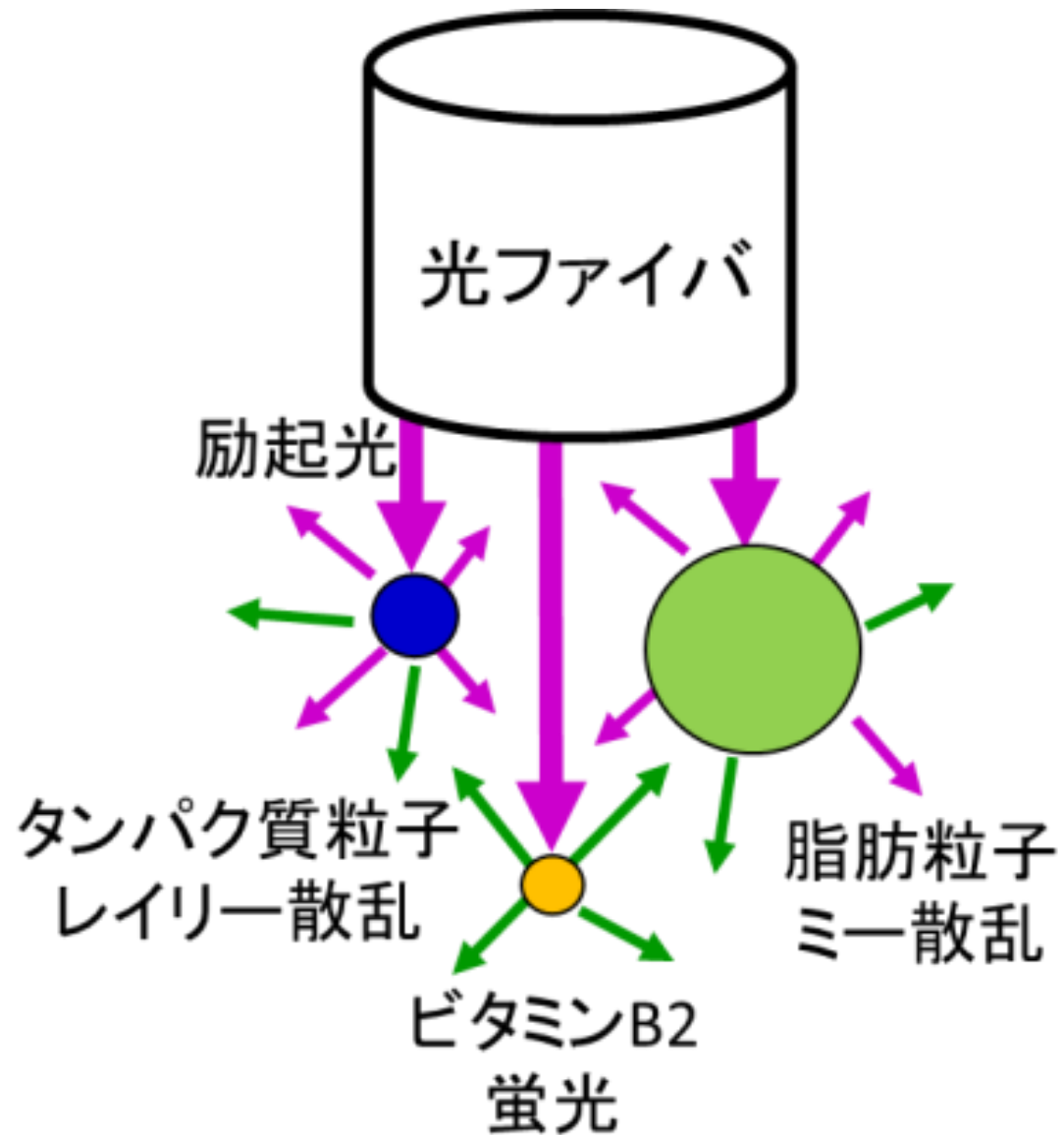
[2] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, and T. Matsumoto, Rev. Sci. Instrum. 90, 043102 (2019).



トマトからの散乱光強度と糖度の関係

検量線の傾きが光源の波長で変化

後方光散乱による牛乳の品質検査



- * 牛乳は白色 → 脂肪によるミー散乱
- * 低脂肪乳は黄緑
→ タンパク質によるレイリー散乱

- * 牛乳の光散乱は非常に強力
- * 散乱体が多いため多重散乱になる。
- * ミー散乱とレイリー散乱の両方がある。

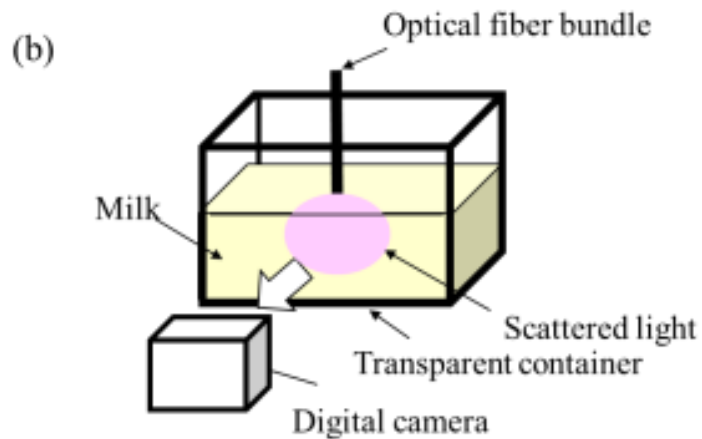
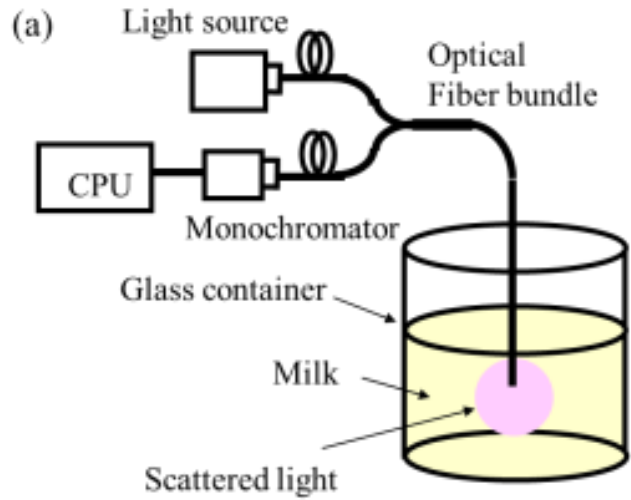
果汁や果物に使用した散乱光学系では測定が困難である。

光ファイバーと後方光散乱
の使用による牛乳の品質検査

牛乳の後方光散乱・蛍光のメカニズム

[3] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, International Dairy Journal 109 (2020) 104743.

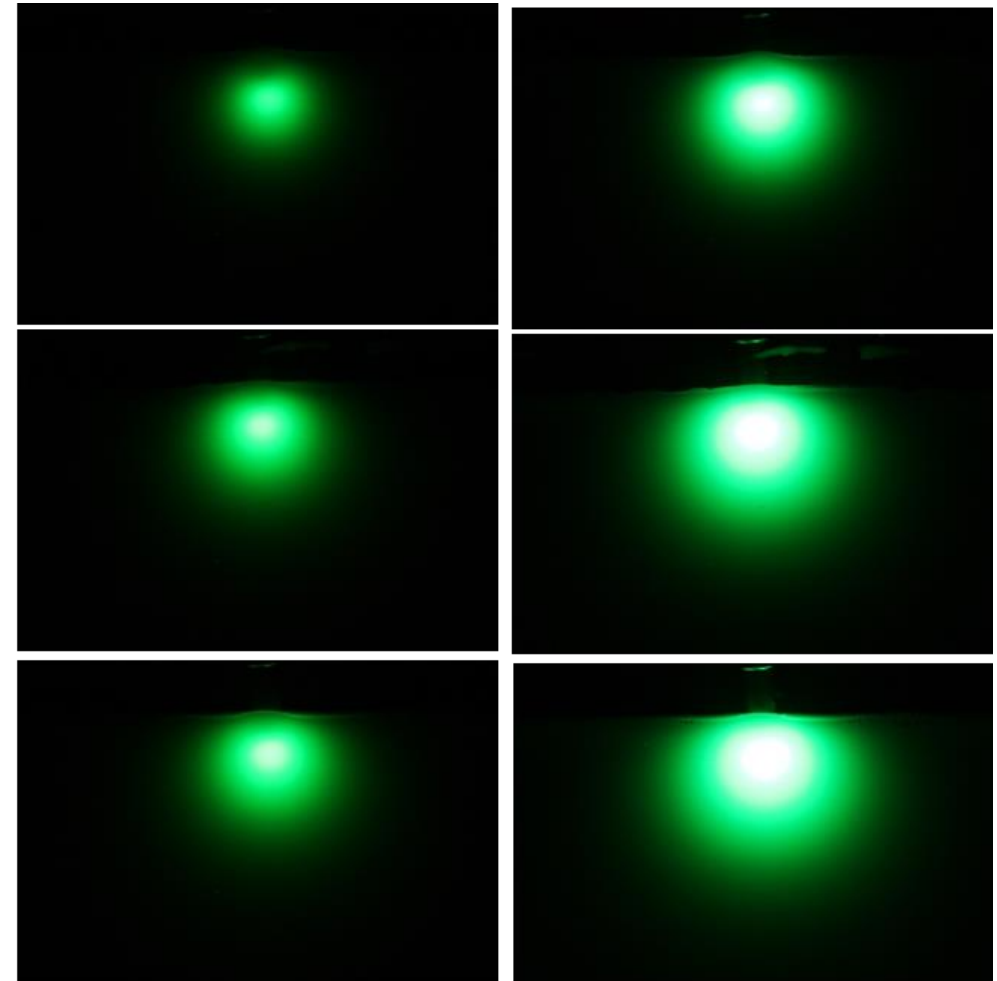
後方光散乱による牛乳の品質検査



Whole milk

Low-fat milk

Non-fat milk



Green LED
50 mA

Green LED
300 mA

後方光散乱(a)・光散乱画像(b)測定装置

[3] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto,
International Dairy Journal 109 (2020) 104743.

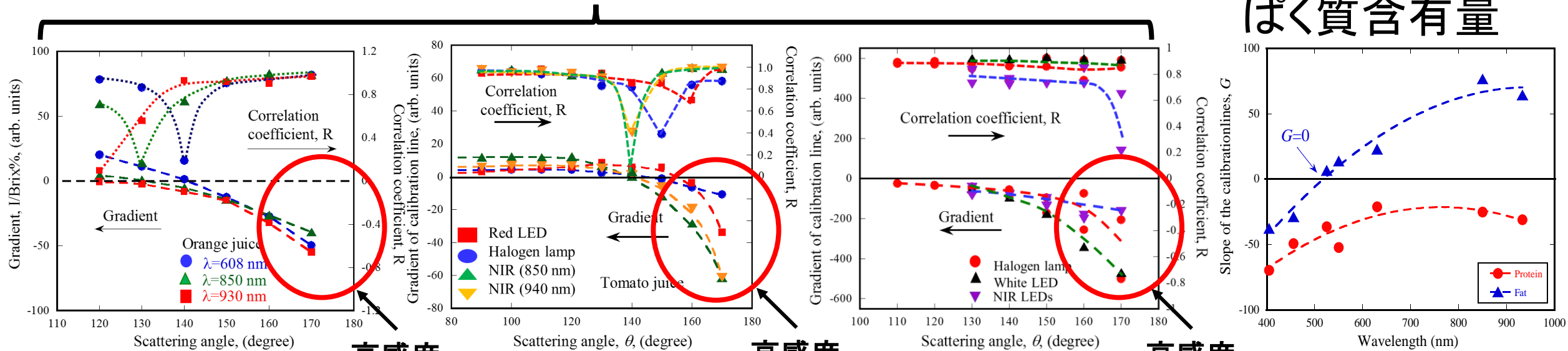
牛乳の光散乱、光ファイバー先端部の光散乱画像、緑色LED光源の例

<まとめ>

- ① 果汁、果実からの散乱光強度を使って糖度検査が可能。
- ② 牛乳、乳製品からの散乱光強度を使って脂肪、たんぱく質検査が可能。

果汁・果物の糖度と散乱強度の検量線の傾き

牛乳の後方散乱強度と脂肪・たんぱく質含有量



オレンジジュース

高感度

トマトジュース

高感度

トマト 果実

高感度

牛乳

[1] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 182 (2019) 1064–1073.

[2] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, and T. Matsumoto, Rev. Sci. Instrum. 90, 043102 (2019).

[3] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, International Dairy Journal 109 (2020) 104743.

[4] T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 199 (2019) 163128.

<参考資料>

- [1] "Non-destructive evaluation of orange juice based on optical scattering intensities", T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 182 (2019) 1064–1073; <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.12.137>
- [2] "Non-destructive evaluation of tomato based on optical scattering", T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, and T. Matsumoto, Rev. Sci. Instrum. 90, 043102 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5082869>
- [3] "Quantitative analysis of fat and protein concentrations of milk based on fibre-optic evaluation of back scattering intensity", T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, International Dairy Journal 109 (2020) 104743; <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104743>
- [4] "Optical scattering from tomato juice", T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, Optik 199 (2019) 163128; <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.163128>
- [5] "Evaluation of photoluminescence from milk with various vitamin B2 concentrations", T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, International Dairy Journal 109 (2020) 104744.

<問い合わせ先>

株式会社キャンパスクリエイト

TEL: 042-290-5734 / メール: online@campuscreate.com