

色素の高純度精製による色素増感型太陽電池の性能向上

Improvement of Dye-Sensitized Solar Cell Efficiency through High Performance Purification of Dye

次世代の太陽電池として盛んに研究開発が進められている有機系太陽電池のうち、現在最も実用化に近いと言われるものに色素増感型太陽電池があります。色素増感型太陽電池は光によって励起された色素を利用して発電するシステムで、安価に製造できることが期待されていますが、現状では光電変換効率が十分でないことが実用化を妨げる主な原因となっています。

色素増感型太陽電池の心臓部分ともいえる有機色素にはいくつかの種類があります。多くの色素では異性体を含む不純物が混入することがあり、これら不純物の太陽電池性能に与える影響が懸念されます。従って、不純物の分析法や色素の高純度精製法が重要になってきています。例えば、

現在主流となっているルテニウム錯体系化合物には、配位子であるイソチオシアネート基が逆転し、チオシアネート基となっている異性体が知られています。一例として、アプリケーションニュース No. C75では、LC-MSを用いたRu色素中の不純物分析をご紹介します。

ここでは市販のN3色素に対し、HPLCを用いた高純度精製を行うことで、太陽電池の性能を向上させた例をご紹介します。

D. Nakayama

*本研究は、N3色素のご提供や太陽電池性能の測定など、FIRSTプログラムの元、東京大学先端科学技術研究センター瀬川研究室にご協力いただきました。

■市販N3色素の高純度精製

High Performance Purification of Commercial N3 Dye

Fig. 1 (a) にN3色素の構造を示します。N3色素はルテニウムに2つのジカルボキシピリジンと2つのイソチオシアネートが配位した構造をとっています。Fig. 1 (b) に、不純物として推定されるN3色素の異性体の構造を示します。イソチオシアネート基の1つが逆転して、チオシアネート基として配位しています。

市販されているN3色素を水酸化ナトリウムで処理した溶液のクロマトグラムをFig. 2に示します。斜線部分を分取することで、N3色素の高純度精製が可能となります。また、分析条件をTable 1に示します。なお、N3のピークの前に不純物ピークが溶出しますが、LC-MSによる分析で、このピークがN3色素の異性体由来であることが確認されています。

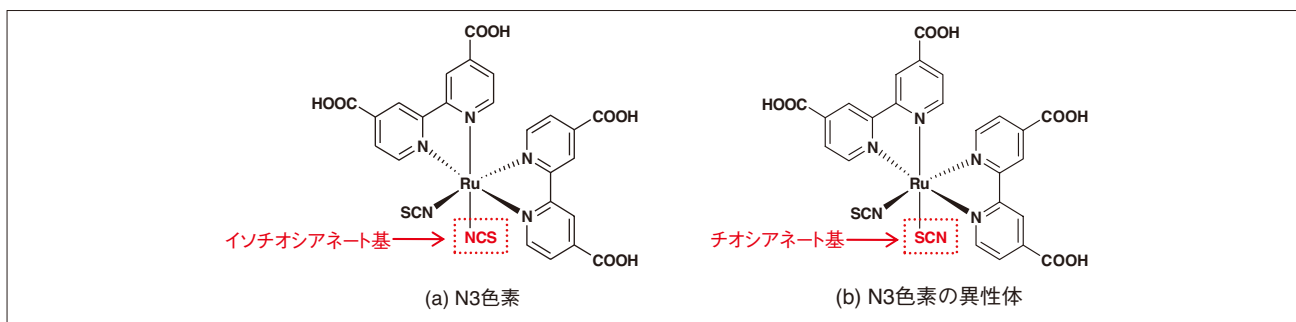


Fig. 1 N3色素およびその異性体の構造
Structures of N3 Dye and its Isomer

Table 1 分析条件
Analytical Conditions

Column	: Inertsil Ph-3 (150 mm L. ×10 mm I.D., 5 μm)
Mobile Phase	: A ; 1 % Formic acid in Water, B ; Acetonitrile
Flow Rate	: 5.0 mL/min
Gradient Program	: B Conc. 20 % (0-40 min)→90 % (50 min)→90 % (50-53 min)→20 % (55 min)→20 % (55-60 min)
Column Temp.	: 30 °C
Injection Volume	: 0.8 mL
Detection	: SPD-20AV at 500 nm (Slit Width : 1.2 nm)
UV Cell	: Conventional Cell
Sample	: 10 mg/mL N3-4Na in Sodium formate buffer

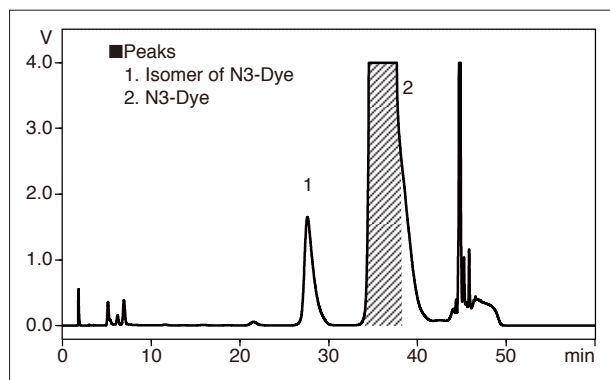


Fig. 2 市販品N3色素の精製時のクロマトグラム
Chromatogram of Commercial N3 Dye in Purification Process

■精製前後のN3色素の品質分析

Quality Analysis of N3 Dye Before and After Purification

精製前後のN3色素をHPLCで分析した結果をFig. 3に、分析条件をTable 2に示します。ピークの面積百分率で計算すると、精製前の主成分ピークは92.5%でした。一方、精

製後のN3色素では、主成分ピークは98.6%に向上しました。HPLCを用いた精製によって高純度の色素を精製できたことが分かります。

Table 2 分析条件
Analytical Conditions

Column	: Synergi Polar-RP (4.6 mm I.D. × 150 mm L, 4 μm)
Mobile Phase	: A ; 1 % Formic acid in Water, B ; Acetonitrile
Flow Rate	: 1.0 mL/min
Gradient Program	: B Conc. 25 % (0 min)→35 % (5 min)→90 % (10 min) →25 % (10.01 min)→25 % (10.01-20 min)
Column Temp.	: 30 °C
Injection Volume	: 1 μL
Detection	: SPD-20AV at 500 nm (Slit Width : 1.2 nm)
UV Cell	: Conventional Cell
Sample	: N3 (before/after purification) in Methanol

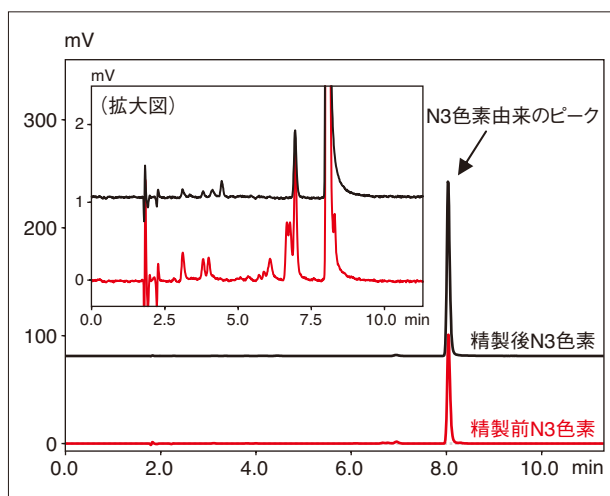


Fig. 3 精製前後のN3色素のLCクロマトグラム
Chromatograms of N3 Dye Before/After Purification

■色素の高純度精製による太陽電池性能の向上

Increase in Efficiency of Solar Cell with High Performance Purification of Dye

精製前後のN3色素を用いて太陽電池を作成し、性能を比較しました。精製によって色素の酸化チタン電極への吸着性能が向上し、結果短絡電流値 (J_{sc}) が向上しました。

結果として光電変換効率 (η) が0.4ポイント向上し、色素材料の高純度精製によって太陽電池性能が向上することが確認されました。

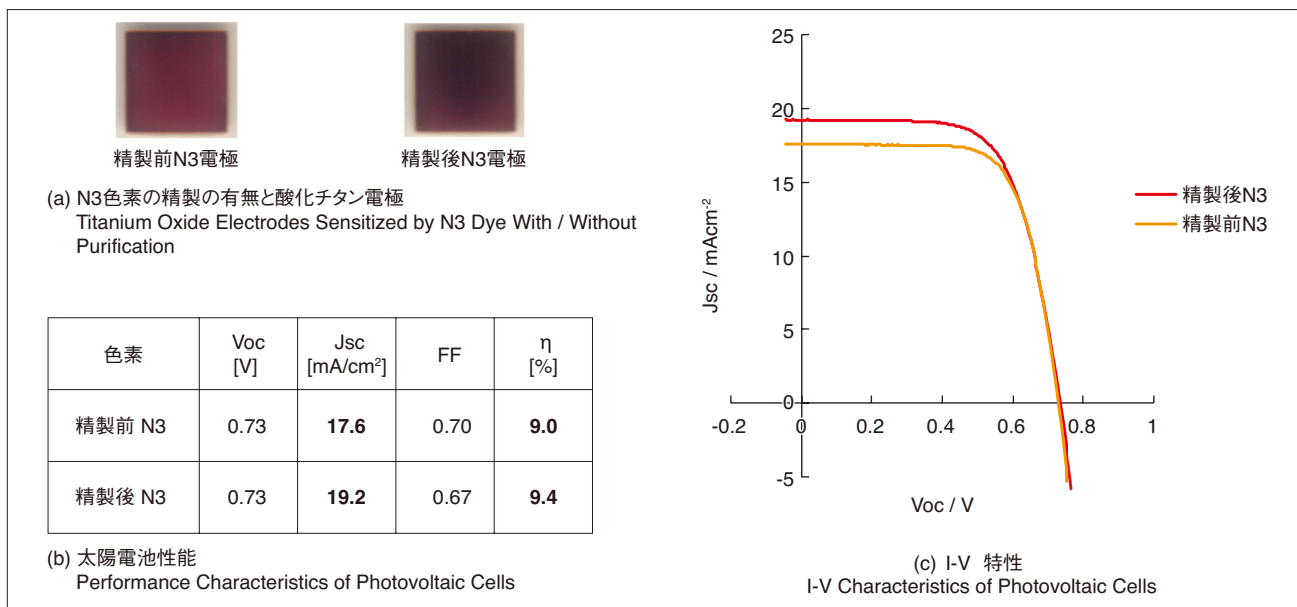


Fig. 4 精製前後のN3を用いた太陽電池の性能比較
Comparison of Efficiency of Solar Cell with Purified/not-Purified N3 Dye

初版発行：2011年7月

島津製作所 分析計測事業部
応用技術部

島津コールセンター

☎0120-131691
TEL: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。

3100-07101-570-1K
2011.7