UDC 771.531.31.067.064＋771.313.3

高感度ネガ「Venusシリーズ」の開発と新コンセプト「写ルンですNight & Day」への展開

豊田　雅義*，丸山　陽一*，大前　徳宏*，三上　勇志**，須賀　陽一*

Development of High Speed Color Negative Film "Venus series" and New Concept One-Time-Use Camera "Utsu-rune-desu Night & Day"

Masayoshi TOYODA*, Yoichi MARUYAMA*, Norihiro OHMAE*,
Yuji MIKAMI**, and Yoichi SUGA*

Abstract

In February 2003, Fuji Photo Film Co., Ltd. proudly announced the introduction of new series of color negative films, Venus 400, 800 and 1600 together with a new concept one-time-use camera "Utsu-rune-desu Night & Day". Venus series have realized superb image quality and faithful color reproduction by utilizing Fuji's proprietary nano-structure-Σ-grain technology, super-effcient coupler technology and fourth color layer technology. "Utsu-rune-desu Night & Day" has realized a new concept of picture-taking based on a new shutter mechanism, a new changeover mechanism and the most brightest lens among One-Time-Use Cameras. As a result, these new films and camera provide consumers with the benefit of consistently capturing excellent quality pictures throughout an incredibly wide range of photographic space (picture-taking condition).

1. はじめに

2003年2月に，富士写真フイルムは新カラーネガフィルムシリーズ「Venus400/800/1600」を発表した。新乳剤技術"ナノ･ストラクチャー･シグマ･グレイン技術"を採用することで，Venus800では粒状性を損なうことなく，フォトグラフィックスペースの拡大に成功し，Venus 1600では超高感度でありながら抜群の粒状性を実現した。さらに，新コンセプトのレンズ付きフィルム「写ルンですNight & Day」に搭載し，超高感度フィルムの汎用性を高めることに成功した。

同時に発表した「写ルンですNight & Day」は，絞り切り替え機構とともにレンズ付きフィルム初のシャッター速度切り替え機構を開発・搭載し，さらにレンズ付きフィルムで最も明るいレンズ採用により「高画質の通常撮影」と「従来撮れなかった夜景撮影」を可能にした新コンセプト高機能レンズ付きフィルムである。

本報告では，主にVenus800/1600および「写ルンですNight & Day」について，その開発の背景および特徴，さらにこれらの新製品の開発を可能にした技術内容について報告する。

Photo 1

Photo 2

2. 開発の背景

カメラ市場では，ズームコンパクトカメラが主流となり，さまざまなシーンで撮影されるようになってい

本誌投稿論文（受理2003年12月25日）
*富士写真フイルム（株）足柄研究所
〒250-0193　神奈川県南足柄市中沼210
*Ashigara Research Laboratories, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan
**富士写真フイルム（株）足柄工場　LF部
〒250-0193　神奈川県南足柄市中沼210
**LF Division, Ashigara Factory, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

る。その中には，「夜間のストロボ撮影」，「屋内撮影」，「ズーム撮影」などのシーンが多数存在し，高感度フィルムの重要性が以前から指摘されていた。富士写真フイルムは，このニーズを踏まえ，2000年にISO800フィルムの常用化推進のためスペリアズームマスター800を開発，市場導入した[1)]。

しかし，その後のコンパクトカメラを用いた撮影条件調査の結果，ISO800フィルムを用いても適性露光条件で撮影できないシーンが多数出現することがわかり（Fig. 1），Venus800の開発では，アンダーラチチュードを拡大し，高感度フィルムの特長をより高めることが顧客満足度向上に繋がると結論し，その開発を進めた。

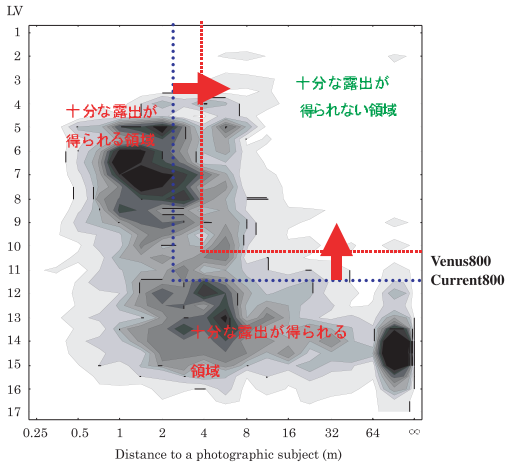


Fig. 1　Photographic space and frequency distribution of picture-taking with typical zoom compact cameras.

Venus1600の開発では，超高感度という特長を有しながらいまだ汎用になっていない原因として，その画質が挙げられることから，さらなる高画質化を図ることで，一般ユーザーに広く受け入れられるフィルムとすることを目標に開発を行った。

一方，レンズ付きフィルム「写ルンです」は1986年の発売以来，その手軽さとコンパクトカメラにせまる画質の良さで多くのユーザーを獲得してきた。これをさらに伸ばしていくことを目的に行ったレンズ付きフィルムユーザーに対するユーザーニーズ調査の結果，『撮れるとうれしい写真』の第1位に「夜景」が挙げられることがわかった（Fig. 2）。この結果をふまえ，「写ルンですNight & Day」の開発では，従来からの特長である高画質な通常撮影に加えて，今まで撮れなかった夜景撮影をも可能にする，高機能のレンズ付きフィルムとすることを目標に開発を進めた。

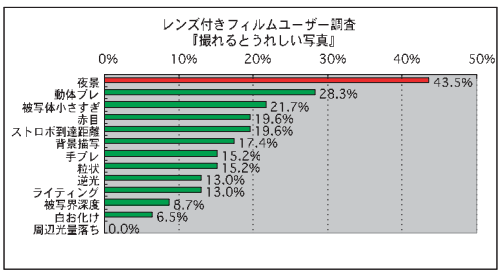


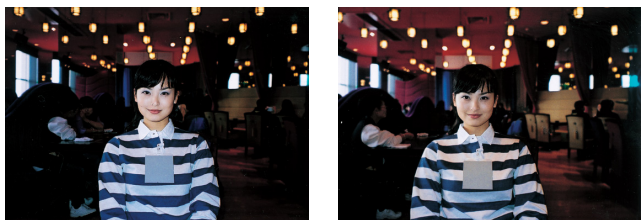
Fig. 2　User's survey on the need and claim in picture-taking.

3. Venusシリーズの特長

(1) 撮影領域の拡大と良画率向上

前述のように，高感度フィルムの特長を活かし，アンダーラチチュードを広げその撮影領域を拡大させることが，コンパクトカメラユーザーの満足度向上に結びつくと結論し，Venus800では，そのアンダーラチチュード拡大を図るため，新開発のナノ・ストラクチャー・シグマ・グレインを導入した。この新技術の導入により粒状性を損なうことなく高感度化を達成し，ユーザー満足度向上につながる撮影領域の拡大（Fig. 1）に成功した。

これにより，ズーム撮影時の露光量不足解消やストロボ撮影による背景描写力の向上などの撮影領域拡大，良画率向上を実現している。Photo 3にVenus800による撮影領域拡大の実技写真を示した。ストロボ撮影でも，従来フィルムに比べて背景描写に優れた良好な仕上がりに出来ている。



CURRENT 800　　VENUS 800

Photo 3　Merit of VENUS 800

(2) 優れた粒状性と鮮鋭性

高感度フィルムの品質を左右する重要な性能としては，その粒状性がまず挙げられる。Venus800では，新開発のナノ・ストラクチャー・シグマ・グレイン技術を採用することで，ISO400クラスの粒状性を実現した。また，スーパー・エフィシェント・カプラー技術などの採用により，鮮鋭性を含めた総合画質でも常用フィルムとして十分位置付けられる性能を有している（Fig. 3）。

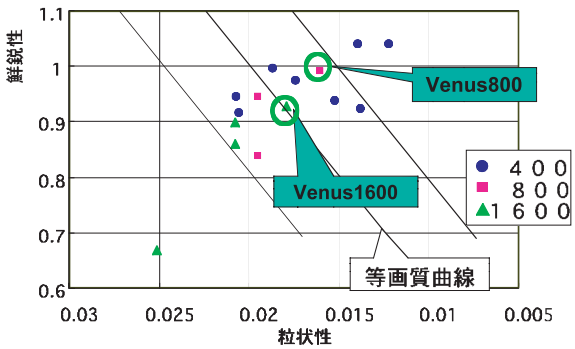
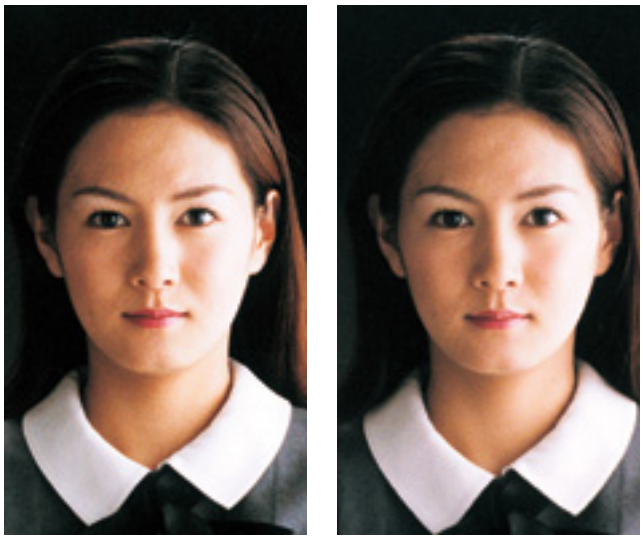


Fig. 3　Comparison of image structure.

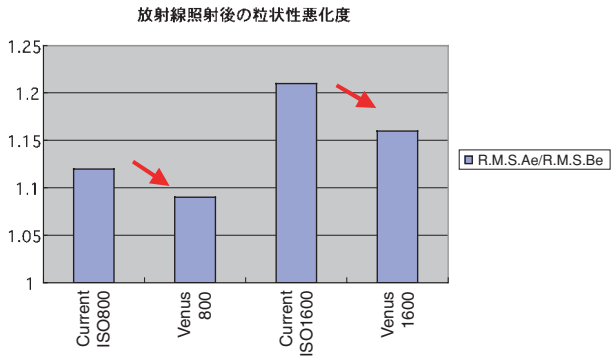
Venus1600にも，ナノ･ストラクチャー･シグマ･グレイン技術／スーパー･エフィシェント･カプラー技術を採用しており，超高感度領域で抜群の粒状性と鮮鋭性を実現し，超高感度フィルムの汎用性をより高めることに成功した（Photo 4）。さらに，後述の新レンズ付きフィルム「フジカラー写ルンですNight & Day」に搭載し，銀塩フィルムの特長である，高感度・高画質を活かした新たな撮影シーンを提供することを可能にした。



CURRENT 1600　　VENUS 1600

Photo 4　Merit of VENUS 1600

また，高感度フィルムにおいては，自然放射線による粒状劣化を抑制することも品質向上に対して重要な課題となる。ハロゲン化銀感光材料のX線感度は，ハロゲン化銀の固有感度と塗布銀量に相関することが報告されている[3]。Venusシリーズでは，高感度，高アスペクト比というナノ・ストラチャー・シグマグレインの特長を活かし，その固有感度低減と塗布銀量低減を図ることで自然放射線耐性を向上させ（Fig. 4），常用フィルムとしての信頼性をさらに向上させている。



R.M.S.Ae：放射線照射後の適性露光量域のR.M.S値

R.M.S.Be：放射線照射前の適正露光量域のR.M.S値

Fig. 4　Granularity deterioration due to radiation damage.

(3) 忠実色再現

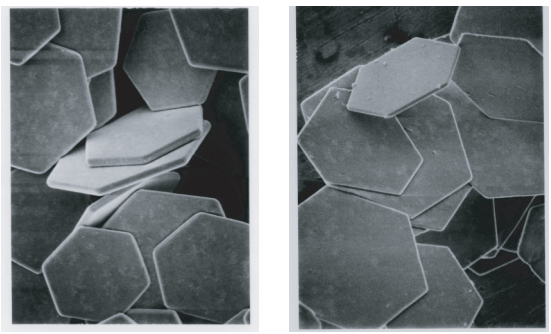
高感度フィルムは，その特長から屋内外のさまざまなシーンで撮影される。この時に重要となる性能として光源適性が挙げられる。Venusシリーズでは，光源適性を向上させる当社独自の第4の感色層技術[4]をSuperiaシリーズから引き続き搭載し，優れた光源適性を付与するとともに鮮やかで忠実な色再現性を実現している。

4. Venusシリーズ搭載技術

(1) ナノ･ストラクチャー･シグマ･グレイン技術

一般的にフィルムの高感度化はハロゲン化銀粒子の大サイズ化を伴い，これにより粒状性の悪化を引き起こす。これを克服するためには大サイズ化を伴わない高感度化技術が必要となる。

新開発のナノ・ストラクチャー・シグマ・グレイン技術ではハロゲン化銀粒子の高アスペクト比化による光吸収効率向上とフリンジ転位技術による潜像形成効率向上によりこの課題を達成している。ハロゲン化銀粒子の光吸収効効率向上には，粒子の平板化による粒子表面積の増加（高アスペクト比化）と，増感色素吸着量増量が有効であることが従来から知られている。平板粒子は，成長条件の選択により主平面より側面の成長を速く出来，高アスペクト比化が可能となる。新開発のナノ・ストラチャー・シグマグレイン技術では，粒子成長機構の詳細な解析により，平板粒子の横方向への成長速度を効果的に上げることに成功し，この粒子成長を精密に制御することによりアスペクト比の高い平板粒子を開発することに結びつけた。この結果，ナノ・ストラチャー・シグマグレインはその粒子厚みをスペリアズームマスター800に導入したファイン・シグマ・グレイン粒子の約60%とすることに成功し（Fig. 5），高アスペクト比化による光吸収効率向上を達成した。



Current Grain　　Nano-Structure-Σ-Grain

Fig. 5　Comparison of the current grains with the nano-structure-Σ-grains.

また，増感色素による固有減感を防止する方法としては，平板粒子のフリンジ部に刃状転位構造を内蔵させることが有効である。この時，転位は一時電子トラップとして作用し，光電子と色素正孔の再結合を抑制して固有減感を防止している。ナノ・ストラチャー・シグマグレイン技術では，この電子蓄積部を精密に制御するフリンジ転位導入技術にも改良を加え，高アスペクト比平板粒子における固有減感の防止に成功し，高い潜像形成効率を達成している。

以上の技術により，高感度，高アスペクト比ナノ・ストラチャー・シグマグレインを実現し，Venus 800ではゆとりの高感度を，Venus1600では超高感度でありながら抜群の粒状性を実現させることに成功した。

(2) スーパー・エフィシェント・カプラー技術

プリント品質を高め顧客満足度をより向上させるには鮮鋭性も重要な性能である。その鮮鋭性を向上させるためには乳剤層を薄層化し乳剤粒子などによる光散乱の影響を極力小さくすることが重要な手段となる。乳剤層の薄層化を行うためには発色カプラーなどの油溶性素材の使用量を低減することが重要となる。新開発のスーパー・エフィシェント・カプラー技術では新開発の高活性，高εイエローカプラーを導入し，現像時の発色効率の向上を達成し，カプラー使用量を低減させた。これにより光散乱に影響の大きい青感層を薄層化し，優れた鮮鋭性を実現した。

5. 「写ルンですNight & Day」の特長

「写ルンですNight & Day」は，前述の超高感度かつ優れた粒状性を特長とするVenus1600フィルムを搭載するとともに，通常のフラッシュON/OFFモードに加え，新たに第三の「夜景モード」を付加し，夕景/夜景/室内シーンにおいて，主要被写体だけでなく，その背景までも明るくきれいに撮影することを可能にした（Photo 5）。

「写ルンです　Night & Day」

「写ルンです　シンプルエース」

Photo 5　Merit of Utsu-rune-desu Night & Day

その「夜景モード」では，レンズ付きフィルムとして初めてとなる1/45秒の低速シャッターとF6.2の大径絞りレンズをVenus1600フィルムと組み合わせることで，普及機種「写ルンです　シンプルエース」に対して5EV相当のシステム感度向上を実現した。これにより従来機種ではできなかった美しい夜景シーンの撮影を可能にした（Table 1）。さらに，「夜景モード」ではフラッシュ発光部前面にライトバイザーを挿入し，フラッシュ光を適正光量に減光することで，手前の人物の露光オーバーを防止し，プリント時の焼き込みで背景の夜景がつぶれてしまうことを防いでいる。

一方，通常のフラッシュON/OFFモードでは，シャッター速度1/120秒，絞りF14に切り替えることで，日中シーンなどでは従来機種同様，手前の人物から遠くの背景までの鮮やかな撮影を可能にしている。

また，このモード切り替えにAEや調光フラッシュではなく，スイッチ操作によるメカニカルな切り替え連動機構を採用することで低価格化を実現した。

Table 1　Specification of “Utsu-rune-desu”.

項　目	写ルンです Night & Day	写ルンです シンプルエース
フィルム	フジカラー SUPERIA Venus1600	フジカラー SUPERIA 400
レンズ	f=32mm 片面非球面プラスチックレンズ2枚	f=32mm プラスチックレンズ１枚
絞り	通常フラッシュ ON/OFF時：F14 夜景モード時：F6.2	F10
シャッター速度（秒）	通常フラッシュ ON/OFF時：1/120 夜景モード時：1/45	1/140
寸法（mm）	幅108×高さ54×奥行き33.5	幅108×高さ54×奥行き34
重さ（g）	91	90

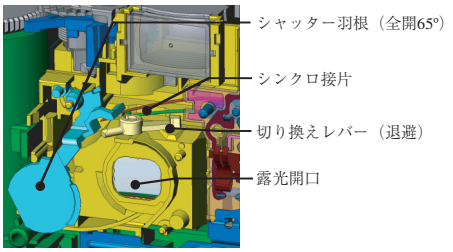
6. 「写ルンですNight & Day」搭載技術

(1) 低速シャッターとシャッター速度切り替え機構

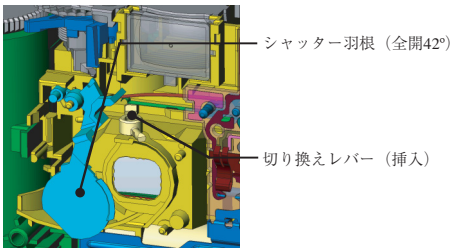
「夜景モード」で使用する1/45秒の低速シャッターは，回転往復運動するシャッター羽根の回転角を従来機種よりも大きく取り，ゆっくり回転させることで実現した。シャッター羽根の回転往復運動は合計3つのバネ部品によって制御され，バネ力量のバランスを最適化することで，1/45秒の低速シャッターを可能とした。

通常のフラッシュON/OFFモードで使用するシャッター速度1/120秒への切り替えは，シャッター羽根の回転角を露光開口全開直後の位置に規制する方式を採用した。シャッター羽根の駆動力は変えないので，シャッター駆動部周辺の部品を普及機種と共通化でき，コスト抑制に貢献している。

上記シャッター羽根回転角の規制は，フラッシュスイッチに連動する切り替えレバー先端をシャッター羽根の回転軌跡内に挿入し，フラッシュ発光のトリガースイッチであるシンクロ接片を介してシャッター羽根のストッパーとする構造にすることで実現した（Fig.6）。



夜景モード(1/45 秒) シャッター羽根全開



通常モード(1/120 秒) シャッター羽根全開

Fig. 6　Shutter mechanism.

(2) 明るいレンズ

撮影レンズは，レンズ付きフィルムとしては最も明るいF6.2のレンズを新規に開発した。このレンズユニットは，片面非球面のプラスチックレンズ2枚構成で，絞りを2枚のレンズの中間に配置することで周辺画質を向上させた（Fig. 7）。

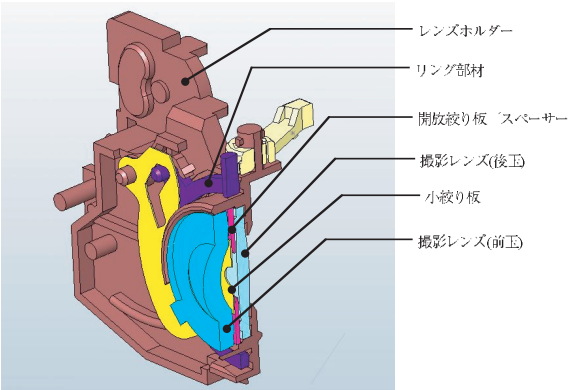


Fig. 7　Vertical cross section of the lens unit.

(3) 減光フラッシュ

「夜景モード」に切り替えると絞りがF14からF6.2に切り替わるため，それに合わせてフラッシュ光の調光が必要となる。コンパクトカメラなどでは調光フラッシュの搭載が一般的だが，「写ルンですNight & Day」はライトバイザーをフラッシュ発光部前方に挿入することで，安価な減光フラッシュを実現した。

(4) 3モード・フラッシュスイッチと切り替え連動機構

フラッシュスイッチは，1スイッチ3モード切り替えにすることでスイッチの持ち替えなしに「夜景モード」に切り替えることを可能とした。また，通常のフラッシュON/OFF操作は，従来機種同様の上下スライドを踏襲し，夜景モードへの切り替えには同一スイッチを回転操作する新機構を開発導入した。同一スイッチでありながら異なる操作方向にすることで，撮影者のスイッチ誤操作を防止できるようにした。

上記のスイッチ操作だけでシャッター速度，絞り，フラッシュ光量を切り替える他に，ファインダー表示板とパイロットランプも連動して動作する機構にしているため，操作がシンプルなだけでなく，どのモードに切り替わっているかを撮影者が容易に把握出来るようにした（Fig. 8）。

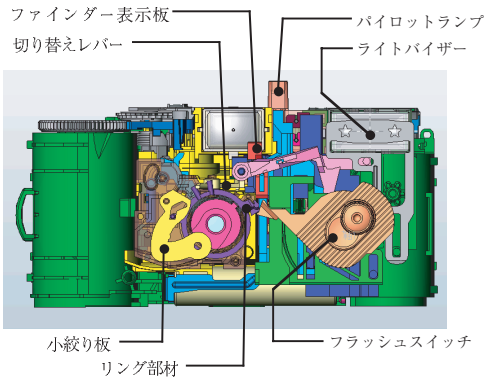


Fig. 8　Components of the changeover mechanism.

7. おわりに

デジタルカメラの普及など，写真を取り巻く環境は大きく変化し，多様な写真文化が広がりつつある。そのような中で，本報告の「Venusシリーズ」および「写ルンですNight & Day」のように，銀塩フィルムの特長である高感度・高画質をより極めることで，イメージキャプチャリングの世界を発展させ，ユーザーに新たな写真の世界を提供していくことが私たちの使命であり，今後も絶え間ない技術開発を通じて，さらにこれを発展させていく所存である。

最後に，本研究を進める上でご指導いただいた方々，および，本製品の開発に携わり，ご協力いただいたすべての方々に謝意を表します。

参考文献

1) K. Yokota et al, J. Soc. Photogr. Sci. Technol. Japan, **64** (5), 298 (2001).
2) 中村博明. カラーラボセミナー講演要旨集. 16 (1999).
3) 野澤ら. 日本写真学会誌. **64** (2), 92 (2001).
4) 須賀陽一, 富士フイルム研究報告. No.44, 7 (1999).

（本報告中にある“フジカラー”，“FUJICOLOR”，“写ルンですNight & Day”，“スペリア”，“写ルンです”，“シンプルエース”は富士写真フイルム（株）の商標です。）