



デジタルカメラ Caplio GX100

Caplio GX100, Digital Camera by Ricoh

岩崎 徹也*

Tetsuya IWASAKI

谷本 典哉*

Noriya TANIMOTO

篠原 純一*

Junichi SHINOHARA

中平 寿昭*

Toshiaki NAKAHIRA

水藤 浩*

Hiroshi SUITOH

小野 信昭**

Nobuaki ONO

大橋 和泰**

Kazuyasu OHASHI

要 旨

Caplio GX100は、ハイエンドコンパクトデジタルカメラとしての地位を確立したGR DIGITALとともに、リコーハイエンドコンパクトにおける2大ブランドとして広角ニーズに対応しながら実用性を重視し、開発されたデジタルカメラである。『自在な表現力』、『安心感のある高画質』、『安心感のある操作性』、『実用性を追求した機能的なデザイン』をKeywordに高画質でありながら持ちやすさ、操作性、実用性、拡張性を追求したモデルである。

主な特徴は以下の通りである。

- 1) 24mm-72mm相当[※]の光学3倍ズームレンズ搭載
 - 2) CCDシフト方式手ブレ補正搭載小型鏡筒
 - 3) 有効1001万画素CCD搭載、新画像エンジン採用による高画質
 - 4) 着脱式チルト対応液晶ビューファインダー
 - 5) 超広角19mm相当[※]のワイドコンバージョンレンズ対応
- ※ 35mm判カメラ換算焦点距離

ABSTRACT

Caplio GX100 is a digital camera which has been developed aiming to achieve practical utility while meeting with demands for wide angle capability as one of two principal models among Ricoh high-end compact cameras together with the GR DIGITAL which has positioned as the high-end compact digital camera. Keywords of the Caplio GX100 are “Flexible expressive power”, “Reliable high quality”, “Reliable operability” and “Functional design for practical utility”, and it pursues easiness for hold, operability, practical utility and versatility.

Main features of the Caplio GX100 as follows;

- 1) Optical 3x zoom lens from 24mm to 72mm[†].
- 2) Compact lens barrel with a vibration correction system in CCD shift method.
- 3) High picture quality achieved by using a 10.01 megapixel CCD and a new imaging engine.
- 4) Removable electronic viewfinder with a tilt mechanism.
- 5) 19mm[†] ultra wide angle conversion lens (optional).

[†] 35mm camera equivalent

* パーソナルマルチメディアカンパニー ICS事業部
Image Capturing Solution Division, Personal MultiMedia Products Company

** 画像エンジン開発本部 モジュール開発センター
Module Development Center, Imaging Engine Development Division

1. 背景と目的

近年のデジタルカメラ市場では、コンパクト機の多画素化やデジタル一眼レフの普及にみられるように、高画質への要求が高まっている。中でもデジタル一眼レフは近年の低価格化の影響もあって急速に普及しているが、一方で携帯性には制約がある。このような状況の中で、リコーでは高画質&コンパクトのフラッグシップ機であるGR DIGITALと並び、高画質かつ操作性、実用性、拡張性を追求したコンパクトデジタルカメラCaplio GX100を開発した。

本稿ではCaplio GX100の主な特徴を中心に記述する。

2. 製品の概要

本機の主な特徴をTable 1に示す。

Table 1 Caplio GX100 Major Specifications.

記録フォーマット	<静止画>圧縮：JPEG (Exif ver.2.21), RAW (DNG) DCF V2.0対応, DPOF V1.1対応 <動画>AVI (Open DML Motion JPEG フォーマット準拠) <音声>WAV (Exif ver.2.21 μ law)
記録媒体	SDメモリーカード/SDHCメモリーカード/ マルチメディアカード, 内蔵メモリー (26MB)
撮像素子	1/1.75型原色CCD 有効画素1001万画素
画素数 (ピクセル)	<静止画>3648×2736, 3648×2432, 2736×2736, 3264×2448, 2592×1944, 2048×1536, 1280×960, 640×480 <文字モード>3648×2736, 2048×1536 <動画>640×480, 320×240 <斜め補正モード>1280×960, 640×480
記録モード	静止画 (連写, S連写, M連写), 絞り優先, マニュアル露光, プログラムシフト, 動画, マイセッティング, シーン (ポートレート, スポーツ, 夜景, 遠景, 文字, 高感度, 斜め補正, ズームマクロ)
記録枚数 (26MB)	<静止画> 3648×2736 RAW : 1枚 F : 6枚 N : 11枚 3648×2432 RAW : 1枚 F : 7枚 N : 13枚 2736×2736 N : 8枚 3264×2448 N : 14枚 2592×1944 N : 22枚 2048×1536 N : 35枚 1280×960 N : 62枚 640×480 N : 276枚
記録時間 (26MB)	<動画>640×480 30fps 12秒, 320×240 30fps 39秒
レンズ	焦点距離 f=5.1~15.3mm (35mm換算24~72mm相当) 明るさ (F値) F2.5~F4.4 レンズ構成 7群11枚 (非球面4面4枚)

手ぶれ補正機能	CCDシフト方式
絞り	7枚羽根,12段階構成
シャッター	<静止画>180, 120, 60, 30, 15, 8, 4, 2, 1~1/2000秒 (電子シャッター,メカニカルシャッター併用) <動画>1/30~1/2000秒 (電子シャッター)
撮影距離	通常撮影距離;約0.3m~ ∞ マクロ撮影距離;約0.01m~ ∞ (広角端) 約0.04m~ ∞ (望遠端)
デジタルズーム	4倍
ISO感度	AUTO, AUTO-HI, 80, 100, 200, 400, 800, 1600
液晶モニター	2.5型 透過型アモルファスシリコンTFT液晶 約23万画素, 視野率100%, 視野角170度 (上下・左右)
フラッシュ (内蔵)	手動ポップアップ方式 オート (逆光時自動発光)/強制発光/スローシンクロ/発光禁止/赤目軽減/ソフト 到達距離;約0.2~5m (広角端),約0.15~3m (望遠端)
電源	専用リチウムイオン充電電池 (DB-60 同梱) ACアダプター (AC-4 c 別売) 単四型電池×2 (アルカリ/ニッケル水素充電電池 別売)
A F 補助光	あり
外形寸法	111.6mm (W) ×58mm (H) ×25.0mm (D) (突起部含まず)
質量	約220g (バッテリー/SDメモリーカード/ストラップは含まず)

液晶ビューファインダーの主な特徴をTable 2に示す。

Table 2 LCD Viewfinder Major Specifications.

画像表示部	反射型強誘電性液晶 約20.1万画素相当
レンズ構成	3群4枚
視野率	100%
視度補正	-5~+3Dpt
外形寸法	19.6mm (W) × 37mm (H) × 39.4 (D) (突起部含まず)
質量	約22g

3. 製品の特徴

3-1 撮影レンズ

Caplio GX100 (以下GX100) に搭載した撮影レンズは、広角端24mm相当^{*}からスタートする3倍ズームであり、前身機であるCaplio GX8 (以下GX8) が28mm相当^{*}からスタートするのに対し、より広角化を押し進めたものである。

Fig.1に本撮影レンズの構成と、ズーム時の移動軌跡を示す。

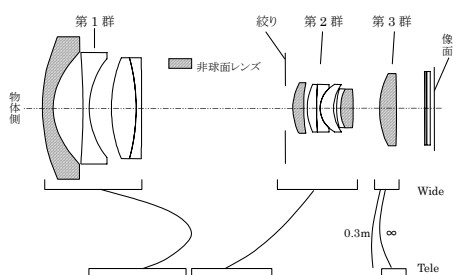


Fig.1 Construction of Taking Lens.

基本的な構成は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1群、正の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群を配置してなる、いわゆる負正正3群ズームタイプで、GX8を踏襲したものである。しかし、さらなる広角化・高画質化を実現するためには、GX8よりも高度な収差補正が不可欠であり、本撮影レンズの設計には以下のような特徴を持たせた。

第1群は3群4枚構成（負・負・正負）とし、最も物体側にはφ20mmを超える大口径のガラスモールド非球面レンズを採用した。これにより、24mm相当^{*}の広角域においても、歪曲収差を十分に補正することが可能となっている。

第2群は3群6枚構成（正・正負正・負正）とし、最も物体側と最も像側にそれぞれ非球面レンズを配置した。GX8の第2群が3群4枚構成（正・負正・正）であったのに対し、GX100ではより複雑な群内構成を採っているが、これは主に色収差を補正するための工夫である。特に広角化に伴って増大しがちな倍率色収差や、コマ収差の色（波長）によるばらつきを、より小さく抑えることに成功し、画面周辺部に現れがちな放射方向の色滲みを十分に低減している。

第3群はGX8と同様、正の非球面レンズ1枚で構成するフォーカシング群である。望遠端におけるマクロ撮影時の最短撮影距離の短縮を考慮し、その屈折力を最適化している。

さらに、計7群11枚構成の本撮影レンズは、2枚の特殊低分散レンズを含んでいる。特殊低分散ガラスの中でもより蛍石に近い特性を有するものを採用し、効率

的に色収差を補正することで、レンズ全系の小型化を達成した。

Fig.2に広角端、絞り開放におけるMTF曲線を示す。画面周辺部まで破綻なく、高い結像性能を有していることが分かる。

また、この周辺部まで均一な像性能を安定して得るため、後述する複数箇所の偏心調整を、生産時の標準工程に盛り込んでいる。最適な調整方法を独自のシミュレーションにより決定し、専用開発した調整システムによりミクロン単位の制御を実施することで、高いレベルの品質確保が可能となった。

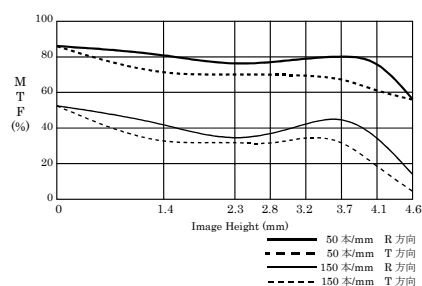


Fig.2 MTF of Taking Lens.

3-3 鏡胴ユニット

Fig.3にGX100の鏡胴ユニット構成斜視図、Fig.4に鏡胴ユニットの一部を断面にした斜視図を示す。鏡胴ユニットは主に変倍を行う第1群、第2群、主にフォーカシングを行う第3群に分かれており、第1群、第2群はDCモータを用いたカム駆動方式、第3群はパルスモータを用いたリードスクリーン駆動方式を採用している。

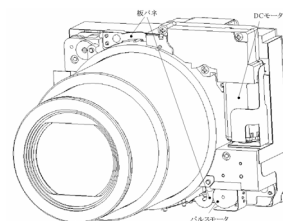


Fig.3 Outline View of Optical Unit.

第1群、第2群は、内径に光軸方向の位置関係を決めるカム溝が形成されている回転筒と各レンズ群を直進

ガイドしている直進ガイド筒に保持されており、直進ガイド筒を板バネで像面側に付勢することで、第1群、第2群の倒れを安定させ光軸のずれを少なくしている。

第3群は、リコー独自のリトラクティングレンズシステムを採用することで、撮影時にはリードスクリューの回転により光軸上での繰出しを行い、収納時にはカム機構により回転筒の外側へ退避することができる。これにより薄型化とフォーカシングの機能を両立している。

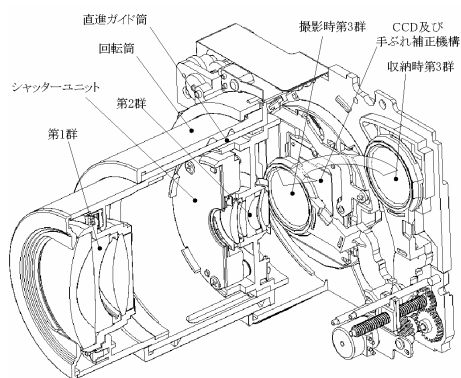


Fig.4 Sectional View of Optical Unit.

撮影レンズの性能を最大限に引き出すために、第1群をサブユニット化して他のレンズ群の光軸に傾きを合わせる調整を行い、第2群においては群内のレンズ同士の光軸位置調整を行っている。さらに、CCDの傾きを調整することによって撮影レンズの最良像面を確実に捉え、いずれの焦点距離においても周辺部まで像劣化の少ないズーム鏡筒ユニットを達成している。

また、GX100の鏡筒ユニットには、リコー独自のCCDシフト方式手ブレ補正機能が搭載されており、望遠端やシャッタースピードが遅くなる撮影条件時などで、手ブレによる画質劣化の影響を効果的に抑制している。

これらの技術により、コンパクトでありながら高画質かつ様々な撮影条件での撮影を可能とした。

3-3 撮像素子と画像処理

GX100に搭載している撮像素子は、単位画素サイズが $2.0\mu\text{m}$ 、総有効画素数が約1011万（水平3672画素、

垂直2752画素）、光学サイズが1/1.75型（対角9.155mm）のインタライタイプCCDである。1000万画素クラスの採用は、GX8で採用した800万画素クラスの撮影範囲に対する解像力を、焦点距離が短くなり、相対的に被写体の空間周波数が高くなっても、維持することを意図としている。

その駆動方式は、カメラの撮影状態や撮影モードによって異なり、大別すると静止画撮影モードでのモニタリング駆動、静止画駆動、動画駆動の3つに分けられる。

静止画のモニタリング駆動においては、被写体の追従性や、AF (Auto Focus) ・ AE (Auto Exposure) ・ AWB (Auto White Balance) のレスポンスを維持しつつ、消費電力の面でも有利な駆動方式を採用している。

また、静止画駆動においては、6フィールド転送方式（フレーム転送を、第1～第6フィールドに分割し、順次転送する方式）が採用されている。1画面を多フィールドに分割し転送する技術は、単位画素サイズが小型になっても、従来品と同等の取り扱い電荷量を維持するために開発された技術であり、既に多くの撮像素子で採用されているが、今回採用された撮像素子の6フィールド分割方式は、分割数としてリコーの歴代デジタルカメラにおいて最大のものとなっている。

一方、動画駆動においては、VGA (640×480) の解像度で、30fpsのフレームレートを実現するため、垂直方向の画素間引きに加え、水平同色2画素の画素混合を行っている。この駆動方式を採用することにより、機器全体の消費電力への影響が大きい水平転送クロック周波数を、静止画モニタリング駆動と同等の周波数に抑えつつ、高解像度高フレームレートの動画記録を実現している。

このようにして出力される撮像素子の映像信号は、次段のICでCDS (Correlated Double Sampling) 後、A/D変換され更に次段の画像信号処理LSI, Smooth Imaging Engine II (以降SIE II) へと送られる。SIE IIでは、豊富なフィルタリング処理に加え、色補正機能の充実により、低ノイズで且つ色再現性の良い画質が得られるようになっている。

またSIE IIでは、従来の画像信号処理LSIに比べ、処

理の高速化においても改善が図られている。画像信号はCCD-RAW取り込み、YCC変換、圧縮と、各種信号処理を経てファイル化される。これらの信号処理シーケンスと、ワークメモリを最適化設計することにより撮影間隔約1.5秒でメモリカードがいっぱいになるまで撮影することが可能となっている。また画像サイズが大きくなるRAW撮影においても従来製品の半分以下の処理時間で記録できるようになっている。

3-4 全体構成

Fig.5にGX100の全体構成を示す。外装構成、基板配置等はGR DIGITALを踏襲しているが、新規課題に対応するために全面的に新規設計となっている。

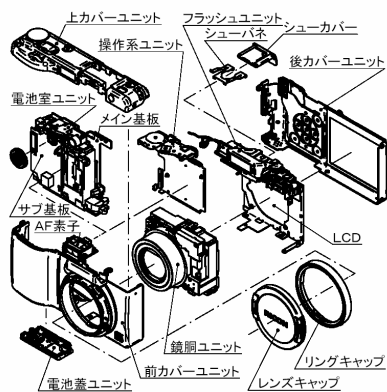


Fig.5 Total Construction of GX100.

フラッシュ部は、24mm相当^{*}という広角配光を有するフラッシュ光が鏡胴によってケラレないように前方に突出させ、その分ポップアップ量を抑制して機構的安定性を高めている。前方に突出したフラッシュ部は鏡胴上部に配置することで、デザイン的なまとまりを維持している。

グリップ部はホールド性を最優先とし、モックアップによる評価を実施した上で、手のひらにフィットする最適形状を採用している。

LCDは、様々な観察条件下でも表示品質が維持できることという点に配慮し、2.5型、約23万画素の広視野角・微反射タイプを採用している。

外装カバーはGR DIGITAL同様3点構成だが、上カバーはフラッシュ関連機構対応等での機能的構造を優

先させて樹脂素材とした。前後カバーはアルミ素材を採用し、ハイエンドカメラとしての品位を確保している。

3-5 多彩な設定機能

GX100では、様々な撮影シーンに応えるため、GR DIGITALに引き続き多彩な設定機能を用意している。設定機能については、電源投入時の設定を登録するマイセッティング登録機能を強化している。GR DIGITALにおいては、電源投入時のみこの機能が有効であったが、モードダイヤルにマイセッティング機能を独立させ、ユーザがいつでも機能呼び出せるようにしている。登録できる内容も画質設定だけでなく起動時のズームや、フォーカスポジションに至るまで登録可能とし、シャッターチャンスを逃さず撮影できるよう配慮されている。

またGX100からの新機能として新たにファンクションボタンを備えている。ファンクションボタンにはAEロックなどの撮影設定を割り当てることができ、1回のボタン操作で設定された機能呼び出すことができる。

記録サイズに関しては新たに1:1のアスペクト比で撮影できるスクエアフォーマットを用意している。画像処理としては4:3の画像データに対し、左右をトリミングして1:1のアスペクト比に変換しているのだが1000万画素の多画素CCDを採用しているため、十分な解像を得ることができる。

またデジタルカメラならではの撮影機能として、掲示板などの四角い被写体を斜め方向から撮影する場合、撮影した画像を正面から撮影したように補正する斜め補正機能も有している。

3-6 液晶ビューファインダー

GX100の特徴の一つにFig.6に示すような幅広い拡張性が挙げられる。

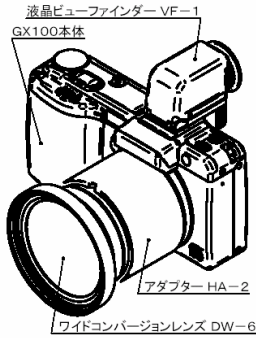


Fig.6 Expansibility of GX100.

Fig.7に詳細を示した液晶ビューファインダーVF-1は、高精細・高倍率の表示を実現するとともに、ワンタッチ装着機構や、広い視度補正範囲 (-5~+3Dpt) , チルト機構等を実現したユニークな構成となっている。

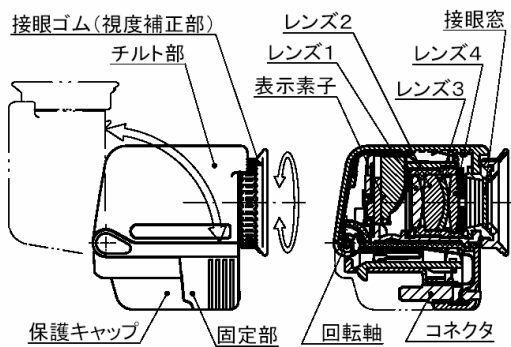


Fig.7 Construction of LCD Viewfinder.

表示素子には、0.2型、約6.7万画素の反射型強誘電性液晶を採用している。強誘電性液晶の高速応答性を利用し、三原色の画像を時分割で表示するフィールドシーケンシャル方式を採用することで、サブピクセル方式での20.1万画素相当の解像度を実現している。

ファインダーレンズは小型で高倍率を達成するために3群4枚構成を採用し、フラッシュのポップアップ部に収まる外形サイズにもかかわらず広角端24mm相当[※]時において像倍率0.23倍を実現している。高倍率化による倍率色収差の発生を抑えるためガラスの接合レンズで色消しを行い、非球面を1面含む樹脂製のレンズ2枚で歪曲収差や他の収差補正を行う構成となっている。また視度補正範囲を広く取るため視度の変化による像性

能の変化を極力抑え、-5Dptから+3Dptという広い範囲で良好なファインダ像を得られる光学系となっている。

3-7 ワイドコンバージョンレンズ

GX100のワイドコンバージョンレンズDW-6はガラスレンズ3枚で構成され、0.79倍の倍率を有し、焦点距離19mm相当[※]、画角103°の超広角を実現している。

DW-6は、本体にバヨネット方式での着脱されるアダプターHA-2の先端にφ43mmのフィルタネジで着脱する構成となっており、HA-2先端には専用フードや汎用フィルタの装着も可能である。

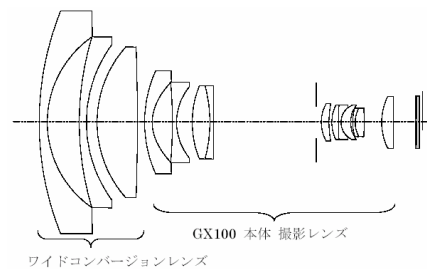


Fig.8 Construction of Wide Conversion Lens.

※ 35mm判カメラ換算焦点距離

4. 今後の展開

リコーにおける広角高画質コンパクトデジタルカメラというカテゴリーは、Caplio GXから始まりGX8を経てGR DIGITALとCaplio GX100に至り、2つの方向性があることを示すことができた。これらはリコーが掲げる『撮影領域の拡大』を念頭に置き、お客様の要望に合致するべく改善、開発を行ってきたものである。今後もお客様の様々な要望に合致した高いレベルのデジタルカメラを開発し、タイムリーに市場に導入できるよう開発を進めていくことが重要である。

謝辞

最後にCaplio GX100の開発にあたり、多くの方々にご指導、ご支援を賜りましたことを深く感謝いたします。