



企業レポート

富士写真フイルム(株)に於けるデジタルカメラ開発

乾 谷 正 史*

Research and development of digital cameras in Fuji Photo Film

Key Words : Digital Camera

1. はじめに

最近、カメラ量販店やパソコンショップを訪れると、最も目に付く位置に各社デジタルカメラ(デジカメ)がズラリと並べられている。

デジカメは、今から13年前1988年に富士フイルムが世界に先駆けて開発発表し、1991年に商品化したのが最初である。

当初、デジタルカメラは、報道用、写真館システム、等、限られた分野で使われたに過ぎず、また非常に高価であった。

しかし、1995年、カシオが25万画素で10万円を切

る民生用デジタルカメラ「QV-10」を発売してから需要が急拡大。その後は、カメラメーカー、家電メーカー、等が続々と市場参入し、倍々ゲームで需要拡大してきた。(図1参照)

昨年秋には、日本写真機工業会が「カメラの出荷統計によると、輸出を含めて総出荷金額でデジタルカメラがフィルムカメラを上回った」と発表した。21世紀はIT時代と言われるが、デジタルカメラ関連分野がその一翼を担う成長産業と期待されている。

現在国内トップシェアにある富士フイルムに於ける、デジタルカメラ開発の歴史と現状について以下に述べる。

2. デジタルカメラ開発の歴史

デジカメ前史

富士フイルムは、1839年(昭和9年)、現在のダイセル化学工業、当時の大日本セルロイドがセルロイド製品の需要開拓の一環として、映画用フィルムの国産化を目標に設立した会社である。映画用フィルムからスタートし、その後業容を拡大し続け、カラーフィルム、印画紙、等写真感光材料を中心とした総合映像メーカーに成長してきた。

研究開発拠点は、当初、足柄研究所のみであったが、業容拡大に伴い、足柄研究所から独立する形で、1965年、埼玉県朝霞市に中央研究所(その後、朝霞研究所と名称変更)が設立された。

ここでは、銀塩フィルムに代替する可能性のある技術に積極的に取り組んだ。例えば、銀塩フィルムを使わないで映画を記録できるという事で磁気記録技術の研究、セレンを使って写真が撮れるという事で乾式の電子写真方式(ゼログラフィ)の研究を行っていた。

研究所設立間もない頃、1970年にベル研のBoyle

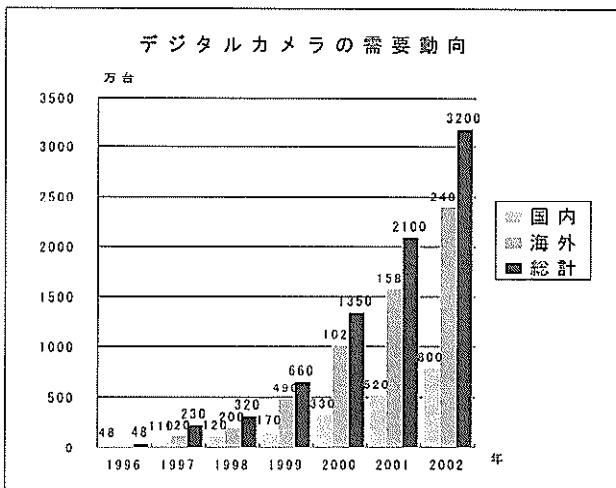
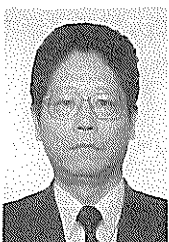


図1 デジタルカメラの需要動向



* Masafumi INUIYA
1946年4月14日生
1971年大阪大学工学部応用物理学科
修士課程卒業
現在、富士写真フイルム(株)電子
映像事業部、開発部、部長
TEL 048-462-6855
FAX 048-462-6995
E-Mail inuiya@den.fujifilm.co.jp

とSmithがシリコン結晶表面に沿って電荷を一方方向に送っていく機能素子(Charge Coupled Device : CCD)を発明した。

この機能素子を撮像デバイスとして実用化したのが、CCD Imagerである。

CCD Imagerの応用例として電子スチルカメラがあり、富士フィルムでも研究を始め、1978年には、当時入手可能であった、Fiarchild社製の45600画素(190×240)白黒CCDに自作のマイクロカラーフィルターを貼りあわせ、カラー画像を撮像、テープに磁気記録し、レーザープリンターでカラー印画紙にプリントアウトした。

その後、1981年8月に、ソニーがMAVICAの名称で知られる世界初の電子スチルカメラを技術発表し、「銀塩のなくなる日」とマスコミが騒いだ。

MAVICA発表後、富士フィルムでも、統一規格である2インチ磁気フロッピーを用いた電子スチルカメラを開発・商品化した。画質は銀塩写真には遙かに及ばず、ほとんど売れなかった。

デジタルカメラ開発

一方、半導体技術の進歩によりメモリーコストが急激に下落し、1988年頃から画像記録メディアとして半導体メモリーを用いることが経済的に可能となってきた。

1988年、世界に先駆けて富士フィルムがフォトキナ(ドイツケルンで開催される世界カメラショー)でICカードを記録媒体とするデジタルカメラ「DS-1P」を発表した。

DS-1Pでは、2MBのSRAMカードに40万画素CCDのフィールド画を10枚記録、その画質の良さから電子スチルカメラのデジタル化を方向付けた。

その後、各社からデジタルカメラの開発商品化が相次いだ。

デジタルカメラは、当初、製版・印刷業界や報道機関など業務用商品として開発された。

しかし、1995年3月にカシオが標準価格8万5000円のデジタルカメラ「QV-10」を発表してから、パソコンの需要拡大と相まって一般ユーザーに急速に普及し出した。

富士フィルムマイクロデバイス(株)設立

デジタルカメラの高画質化には、記録メディアの大容量化と共に、多画素かつ高画質のCCDが必要

となる。

富士フィルムでは、1982年より、静止画撮像に特化した電子スチルカメラ用CCDの研究開発を開始。1990年には、開発・製造会社である富士フィルムマイクロデバイス(株)を仙台郊外に設立した。

メガピクセルデジカメ開発

富士フィルムマイクロデバイス(株)が設立されて4年目、1994年に静止画撮像に特化した独自構造の140万画素CCD(VT-CCD : Vacancy Trasfer方式のCCD)を開発。

このCCDを搭載した、一眼レフタイプのデジタルカメラ「フジックスデジタルカードカメラDS-505」、さらには20万円台の業務用デジタルカメラ「DS-300」を発売、メガピクセルデジカメ時代の先鞭をつけた。

1998年には、低価格の150万画素CCD(普及価格帯では当時最大画素数)を開発。このCCDを搭載した民生用メガピクセルデジカメ「FinePix700」を10万円を切る低価格で発売した。

ハニカムCCD開発

半導体業界の進歩は著しく、富士フィルムが画素サイズ 5.6μ の1/2型150万画素CCDを搭載したFinepix700を世界に先駆けて発売してからわずか1年で、大手CCDメーカーが画素サイズ $3.9\sim 4.1\mu$ の200万画素IT-CCD、2000年には、画素サイズ 3.45μ の334万画素IT-CCDを開発。デジタルカメラは、わずか2年で、メガピクセルからスーパーメガピクセルへと進化した。

しかし、画素の小サイズ化による多画素化は、感度、S/N、等の撮像性能低下を招き、そろそろ原理的な限界に近づいてきた。

この問題に対し、富士フィルムは、自然界の性質や人間の視覚特性を巧みに利用することで、従来CCDより少ない画素数で、同等以上の解像度、感度、ダイナミックレンジが得られる新構造のCCD「ハニカムCCD」、及びこのCCDを用いた新撮像方式「スーパーCCDハニカム」を開発した。2000年3月には、ハニカムCCDを搭載した記録432万画素のデジタルカメラ「FinePix4700Z」を発売した。

富士フィルムに於けるデジタルカメラ開発の歴史

以上に述べた富士フィルムに於ける電子スチルカ

表 1 富士フィルムに於ける電子スチルカメラ開発の歴史

◆中央研究所に於いて

電子スチルカメラ開発スタート (1977年)

- ・ Fairchild 製 244×190 画素 CCD 使用し単板カラーカメラ試作
- ・ レーザーカラープリンター開発
- ・ カラーペーパー上に CCD で撮像した画像をプリント

◆電子スチルカメラ開発のプロジェクト発足(1981年)

1) 宮台技術開発センター内にME研究室発足

- ・ 東北大半導体研究所に留学生派遣
- ・ 半導体試作ライン建設
- ・ 電子スチルカメラ用 CCD の研究開始

2) また、シリコンバレーにデジカメ開発拠点 (BRC) 設立

- ・ MOS センサー、信号圧縮 LSI、の研究開始
- ・ ハニカム CCD の基本となる特許出願
- ・ PMA で、38 万画素 MOS センサー展示 (1988 年)
- ・ フォトキナで、80 万画素 CCD 展示 (1989 年)

3) 電子映像事業本部発足

- ・ アナログ記録電子スチルカメラ ES-1 発売 (1986 年)
- ・ フォトキナで世界に先駆けてデジカメ DS-1P 発表 (1988 年)
- ・ デジカメ DS-200 発売 (ADCT 方式の画像圧縮) (1993 年)

◆富士フィルムマイクロデバイス (株) 設立 (1990年)

1) 2/3"VT 方式 130 万画素 CCD 開発

- ・ デジタルカメラ用メガピクセル CCD
- ・ 全画素読み出し電子シャッター
- ・ 業務用一眼レフデジタルカメラ (DS-505) 発売 (1995 年)
- ・ 業務用普及機 (DS-300) 発売 (1997 年)

2) 1/2"150 万画素 CCD 開発

- ・ 10 万円を切る高画質デジカメ用メガピクセル CCD
- ・ メカシャッターとの併用で高画質化
- ・ 民生ハイエンド機 FinePix700 発売 (1998 年)
(メガピクセル時代到来)

3) 1/2.2"150 万画素 CCD 開発

- ・ メガピクセル CCD のコストダウン
- ・ 民生普及機 FinePix1500、1700Z 発売 (1999 年)

◆ハニカム CCD 開発 (1999年)

1) 1/1.7"240 万画素ハニカム CCD 開発

- ・ 記録画素 432 万画素、常用感度 ISO200
- ・ 民生ハイエンド機 FinePix4700Z 発売 (2000 年)

2) APS サイズ 320 万画素ハニカム CCD 開発

- ・ 記録画素 613 万画素、常用感度 ISO400
- ・ 業務用一眼レフ FinePixS1Pro 発売 (2000 年)

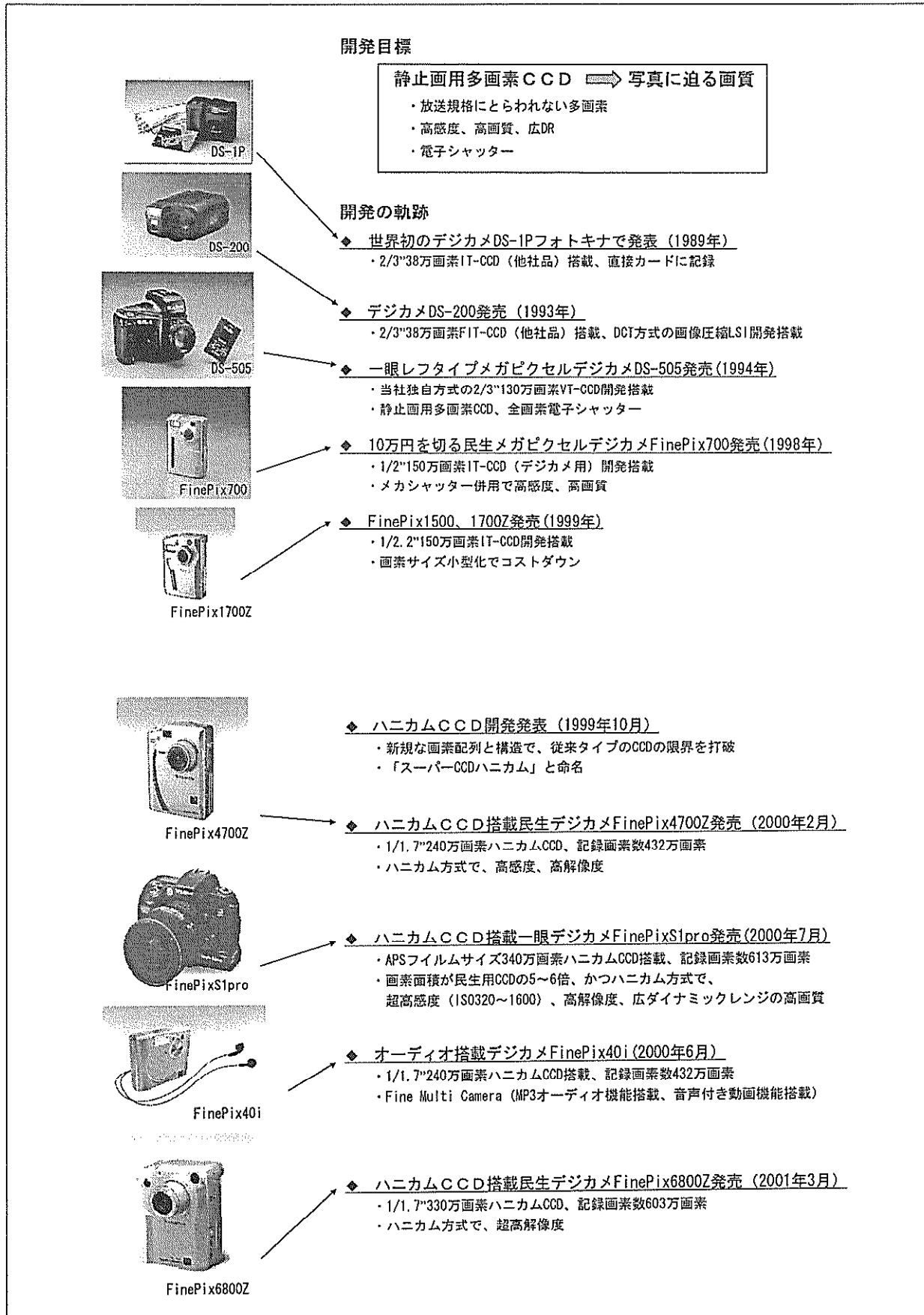
背景

- ・ 1970 年ベル研 Boyle と Smith が CCD 発明
- ・ 1973 年 TI 電子スチルカメラ特許出願
- ・ 1978 年頃各社電子スチルカメラ研究
- ・ 1981 年ソニー MAVICA 発表
- ・ 1984 年アナログ磁気記録方式規格化
- ・ 1986 年以降電子スチルカメラ各社発売
2"フロッピーにアナログ記録
2/3"38 万画素 CCD 搭載

背景

- ・ 1988 年ソニー 38 万画素ムービー発売
- ・ 1995 年カシオ QV-10 発売
8 万 5 千円、JPEG 圧縮、液晶表示
25 万画素 CCD
デジカメブーム到来
- ・ 1995 年以降デジタルカメラ各社発売
基本的にムービー用 CCD 使用
- ・ 1997 年国内出荷 100 万台突破
35 ミリ一眼レフの 75 万台を上回る
- ・ 1988 年各社メガピクセルカメラ発売
デジカメ専用 CCD 採用
- ・ 1999 年各社 200 万画素カメラ発売
- ・ 2000 年各社 300 万画素デジカメ発売
ユーザー層が 100 万画素から 300 万画素まで広がる
対前年、約 2 倍の伸び
国内出荷 200 万台突破の勢い

表 2 富士フィルムに於けるデジカメ開発の軌跡



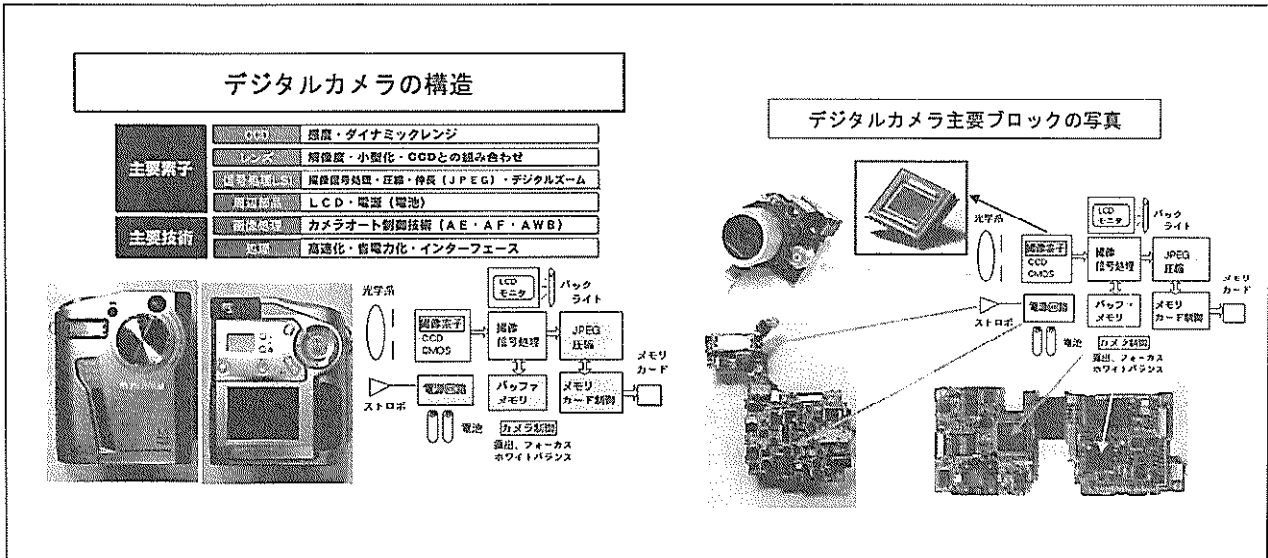


図2 デジタルカメラの構成例

メラ開発の歴史を表1、表2にまとめた。表1は研究開発の経緯、表2は商品化の経緯である。

3. デジタルカメラ開発の現状

デジタルカメラは、基本的には、1)レンズ、2)CCD、3)信号処理回路、4)メモリーカード、5)周辺部品(LCD、CPU、電池、等)で構成されている。(図2参照)

多くのメーカーがこれらの部品を他社から購入している中で、富士フィルムは「キーテクノロジーは社内で開発する」という基本方針のもと、デジタルカメラ開発の長い歴史の中で、キーデバイスの開発・設計・製造の体制作りを行ってきた。

特に、総合映像メーカーとして、画質への拘りが強く、画質に係わる、レンズ、CCD、信号処理LSI

に関する研究開発を重点的に進めてきた。

現在の研究開発体制を、図3にまとめた。

富士フィルムでは、デジタルカメラに関する総合的な、研究・開発・設計を電子映像事業部で推進し、レンズ、CCD、信号処理LSI等のキーコンポーネントの開発・設計・製造をグループ内で行っている。

4. 「スーパーCCDハニカム」とは

この様な研究開発体制の中で、1998年に世界で初めて民生普及機用150万画素CCDを開発し、10万円を切るメガピクセルデジカメ「FinePix700」を発売した。FinePix700は、爆発的なヒット商品となり、富士フィルムが国内デジカメ市場のシェア一位の地位を築く足掛かりとなった。

これらの技術蓄積を踏まえ、1999年10月に、フォトダイオードの集光効率を高めた構造のCCD「ハニカムCCD」、及びこのCCDを用いた撮像技術「スーパーCCDハニカム」を開発、他社との差別化に成功した。

従来のデジタルカメラに用いられているCCDは、IT-CCD(Interline Transfer CCD)と呼ばれる構造のものが多く、このIT-CCDは図4(b)のようにフォトダイオード(受光部)が正方格子状に配置されており、このフォトダイオードで蓄積された信号電荷をその隣の垂直転送路で順次転送するような構造になっている。

これに対してハニカムCCDでは、図4(a)のよう

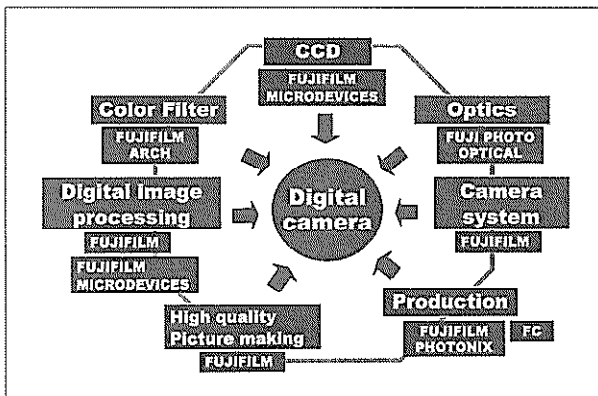


図3 富士フィルムに於けるデジタルカメラ研究開発体制

にフォトダイオードが市松格子状に配置されており、その開口形状は八角形という特徴がある。蓄積された信号電荷は、IT-CCDと同様に垂直転送路で順次転送されるが、この垂直転送路がフォトダイオード間を縫うようにしてジグザグに配置されている。

その結果、ハニカムCCDは、従来のIT-CCDと比較して、

- ① フォトダイオード部の面積が大きく高感度
 - ② 水平垂直の画素ピッチが、0.71倍狭く、水平垂直解像度が1.4倍高い
- ：自然界は水平垂直方向にエッジ部分が多く、また、人間の視覚特性も水平垂直方向がより

細かいものまで見えるという性質があり、水平垂直解像度が高い方が人間はより高解像度に知覚する。

5. 終わりに

富士フィルムが150万画素CCDを搭載した10万円を切る民生用デジタルカメラを世に出した1998年からデジタルカメラの需要が急拡大し、2000年には出荷量が全世界で1350万台以上に達した。その間、画素数は300万画素超まで増加、画素数競争から画質競争、付加価値競争の時代へと移行した。(図5参照)

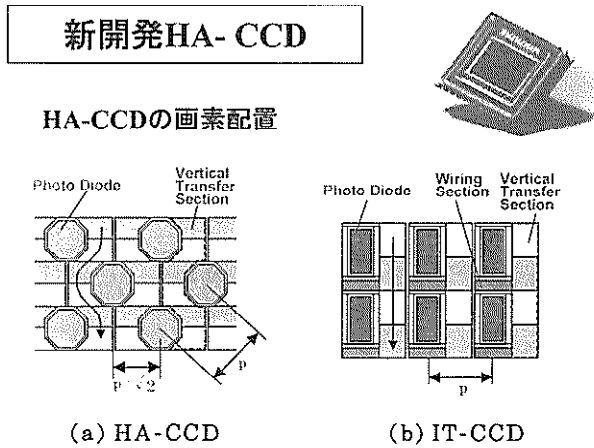


図4 ハニカムCCDと従来CCDの構造比較

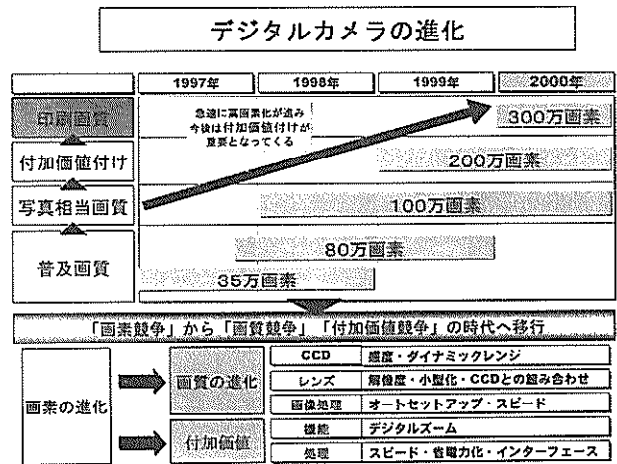


図5 デジタルカメラの進化

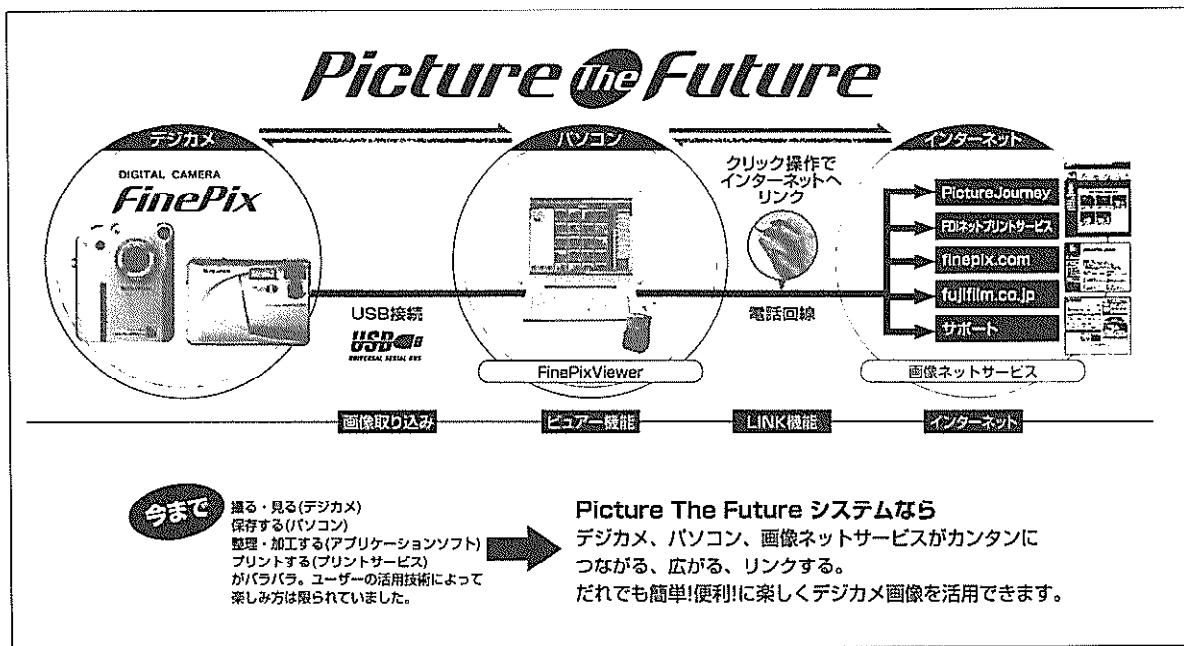


図6 FinePix "Picture The Future" のシステム構成

富士フイルムは、今年の春、第二世代の「スーパーCCDハニカム」技術を搭載し、民生用では世界最高の解像度と画質を誇るデジタルカメラFinePix6800Zを発表発売した。

FinePix6800Zは、CCD有効画素数がハニカム配列の301.5万画素、記録画素数は最大で603万画素。第二世代のハニカム信号処理LSIを搭載し、超高解像度と高S/Nを実現。A4サイズにプリントしても、銀塩写真に遜色のない画質が得られる。

さらに、このカメラは、ビューソフト、画像ネットサービス等が一体となった、全く新しい画像活用システム「FinePix“Picture The Future”」を提供した。(図6参照)

「FinePix“Picture The Future”」は、今までのデジタルカメラの撮る楽しみに加え、写真入りホームページやアルバム作成、携帯電話への画像情報送付、FDiネットプリントサービス、等々、撮影した画像の活用や楽しみを更に大きく拡大した。

デジタルカメラは、長い間カメラ単体のビジネスが主体であったが、21世紀に入り、インターネット、プリントビジネスへと業容拡大。その中で、富士フイルムは総合映像メーカーとして、単にデジタルカメラそのものだけでなく、デジタルカメラを中心として、入力(撮影)から出力(表示、プリント)まで、「映像の持つ楽しみを提案する企業」を目指している。

