

# 일본 디지털스틸카메라의 표준화와 과제

ISO/TC 42 /WG 18 Co-convenor

출처 | 일본사진기공업회

본 고에서는 꾸준히 높은 성장률을 계속하고 있는 디지털카메라 시장의 개요를 전망하고 고성장의 이유를 고찰하는 가운데 네트워크화라는 인프라의 진전에 따라 진행되고 있는 시장상황에 대해 설명한다. 또한 디지털카메라 이용에 있어 화상의 손쉬운 디지털화를 가능하게 한 결과 업무의 대폭적인 개혁과 그로 인한 업무형태까지도 바뀌는 실례를 들어 최근의 상품경향 등을 설명한다.

## 디지털스틸카메라의 위치

### 1. 디지털스틸카메라의 탄생배경

사진이라는 기술분야는 100년이라는 긴 역사를 갖고 지금까지도 현상방법의 진보나 건판에서 필름이라는 기록매체의 개량, 이의 칼라화 등 기술진보를 실행·발전시키고 카메라 자체도 고성능화, 자동화되어 지금 현대 사회에서 필수품의 하나로 되어있다. 그러나 종래 사진기술은 은염, Silver Halide의 광화학반응을 이용한 것으로 전기 전자화된

현대사회속에서 주기능을 화학반응에 의존하는 희귀한 분야라고 말할 수 있을 것이다.

1980년 전반에 전자화의 흐름에 따라 또한 당시 자원의 고갈이 걱정되고 있던 오늘 사용하지 않는 사진방식으로 CCD를 촬상소자로하여 화상을 아날로그 신호로 플로피디스크에 기록하는 전자스틸카메라가 발표되어 그 기록방식의 표준화가 EIAJ(현재는 JEITA)에서 시작되었다. 이것은 이른바 영화의 한 장면을 정지화면으로 기록하는 것이었으나 이 전자스틸카메라가 텔레비전 카메라나 홈무비 등에 의해 늦어진 것은 텔레비전 화면으로 동화면을 보는 무비카메라에 비해 정지화를 촬영하는 카메라는 해상도가 높은 것이 요구되었기 때문이다. 당시의 CCD로써 충분한 해상도를 가진 것은 고가였고 또 충분한 해상도를 가진 CCD를 쓰면 전자화된 정보량이 커

지기 때문에 촬영한 화상을 기록하기 위한 기록매체가 고가로 되었다. 따라서 이 전자스틸카메라는 화질은 불만이더라도 즉시성이나 매체의 반복사용이라는 편리성이 상품성을 갖게 하였다. 그러나 이와같은 전자스틸카메라는 결과적으로 큰 시장을 형성하지는 못했다.

1989년에 화상신호를 반도체 메모리를 내장한 PC카드에 기록하는 디지털스틸카메라(이하 DSC)가 발표됐으나 그 배경으로는 디지털 기술과 정보처리 기술의 급속한 진보에 의해 화상의 정보량을 삭감하더라도 화질의 영향이 적어지게 할 수 있는 화상압축 기술로 JPEG가 표준화된 적이 있었다.

또한 그 뒤 디지털 화상정보를 기록하는 반도체 매체로써 PC카드 외에 스마트 미디어(SSFDC), 콤팩트 플래쉬(Compact Flash), 메모리 스틱(Memory Stick) 등 소형이면서 대용량의 것이 점차 개발되었고 반도체의 초미세 가공기술의 진보에 따라 100만 화소를 넘는 CCD가 싼 가격으로 공급되어 DSC는 급속히 발전하고 종전의 은염카메라를 대체하여 카메라업계를 지탱하는 중요한 상품으로 발전했다.

## 2. DSC와 은염카메라

DSC와 은염카메라를 비교하면 표2와 같은 특징을 들 수 있다. 아날로그 식의 전자스틸카메라와 비교하여 초기의 DSC는 액정을 통해 사진 이미지를 미리 볼 수 있다고 하는 이점은 있으나 화질에 있어 은염에 미칠 수 없다고 하는 한계를 안고 있었다. 그러나 CCD 진보가 진행되고 있는 현재 사진을 크게 확대하여 인쇄하지 않는 한 화질의 차는 신경쓰지 않을 정도가 되었고 PC 등으로 이용하기에 충분하다는 평가를 받을 정도로 진보하기에 이르렀다.

DSC와 은염카메라 시스템을 구성하는 최대 차이는 은염시스템에서는 화상을 결상하기 위한 광학계와 광전변환계가 있는 필름 등으로 나뉘어져 있는 것에 비해 DSC는 광학계와 화상을 보존하는 광전변환계가 일체화되어 있다는 것이다. 이 때문에 DSC표준화 관련으로 종래 카메라 표준화 과제에 필름 부분도 범주에 넣어 그 양자에 관련하는 새로운 대상도 표준화해야한다.

## DSC표준화의 현상

### 1. 국제표준화활동

표 1. 전자스틸카메라와 디지털스틸카메라

	전자스틸카메라	디지털스틸카메라
기록신호	아날로그	디지털
기록매체	플로피디스크	반도체메모리카드
배경	전자화의 흐름 은자원의 고갈	디지털화의 흐름 JPEG의 표준화 반도체 메모리의 진보 CCD의 고성능화

표 2. DSC와 은염카메라의 비교

	DSC	은염카메라
유리한 점	즉시성 싼 런닝 코스트 현상·인화의 불필요 PC에 직접 접속가능 스스로 화상처리 가능	스스로 인쇄할 필요없음 장기보존성에 유리 확대하더라도 질이 나빠지지않음 노광의 여유가 많음 색 재현성이 유리
불리한 점	카메라 본체의 높은 가격 전지의 소모	현상할 때까지 결과가 불분명 전자화에는 별도의 기제가 필요

국제표준화를 심의하는 단체로는 ISO(International Organization for Standardization)나 IEC(International Electrotechnical Commission) 등이 있다. IEC에서는 전기, 전자, 전자기적인 과제의 표준화를 담당하고 ISO는 그밖의 분야를 담당한다. 정보기술 IT관련분야는 쌍방의 공동에 의한 JTC1(Joint Technical Committee)에 취급하도록 되어있다. ISO, IEC 모두 기술심의회 분야별로 설치되어 있다. TC(Technical Committee)혹은 SC(Sub Committee)는 아래의 WG(Working Group)으로 활동하고 있다.

1991년에 ISO에서는 TC42(Photography)의 가운데 '전자사진'의 심의WG을 새롭게 만들자는 것이 제안되어 각국 투표에 의해 찬성을 얻어 WG18로서 발족했다. 일본에서는 일찍이 이 대응체제가 설치되어 TC42 국내최고의 사무국에 근무하는 사진감광재료공업회 감재공(感材工)이 사무국이 되어 국내 심의를 담당했다.

그림 1. 국제규격의 책정프로세스

단계	내용	기간(월)	조건
1. NWI(신작업항목)단계	신규격작성/현행규격개정 제안	6	
2. WD(작업원안)작성	WG로 규격원안작성	24	
3. CD(위원회원안)작성	각국 의견(3~6개월), 수정	36	
4. DIS의 조회·책정	투표		찬성 > 2/3, 반대 < 1/4
5. FDIS(국제규격원안)의 책정	2개월간 투표, 내용수정불가		찬성 > 2/3, 반대 < 1/4
6. 국제규격발행	ISO/IEC 사무국이 인쇄, 발행		

ISO, IEC 의 심의과정은 그림 1에 나타나는 것과 같이 관계가 있어 규정 기한 내에 심의를 다음 단계까지 진행시키위해 담당자인 PL(Project Leader) 및 Expert(위원)는 전자적인 정보 교환이나 연간 1회나 2회의 회합에 참여하여 기술토의를 할 필요가 있는데, 이는 해당자에게 상당한 부담이 된다.

W18의 새로운 과제로써 일본에서는 당시 일본전자공업진흥회(전자협=JEIDA)에서 표준화가 진행되고 있다. PC카드의 기록방식인 '20핀 포맷'를 제안, 이것은 그 후 PC카드용 포맷 SISRIF(Still Image Sound and Related Information Format)으로 변경되었다. 더욱이 기록매체의 처리되지 않는 정지화면의 파일포맷으로 Exif의 제안과 연계하였다.

Exif의 기본은 비압축화상으로 Exif에 TIFF준거하여 압축화상으로서 JPEG Baseline에 준거한다는 것이었다. 일본에서 Exif을 제안할 당시, TIFF는 압축화상을 사용하지 않고 이와 같은 모양을 얻을 수 없었으나 그 뒤 TIFF가 압축화상을 취급하기 위해 모든 화상을 TIFF한 것으로 취급하도록 되었다. 이 시점에 TIFF 일체화로 쓰이는 파일포맷인 TIFF/EP가 미국으로부터 제안되었으나 Exif와의 차이가 크지는 않았다. 현지에서는 TIFF/EP가 일부의 DSC에 사용되고 있을 뿐만 아니라 민생용 카메라의 대부분이 모두 Exif를 채용하고 있다.

일본에서 제안된 규격이 세계 표준으로 된 예는 그다지 많지 않다고 생각되고 있으나 Exif 및 그 뒤 화상파일 취급 규정으로서 일본으로부터 제안된 DCF(Design rule for Camera File system)은 일본에서 출발하여 세계 시장에 보급되고 있는 표준으로서 주목할 수 있는 것이라고 생각된다.

DSC가 급격히 보급되고 시장이 늘어나고 있는 배경의 하나로 모든 DSC가 통일 룰에 따라 화상구성을 채용했다는 것을 들 수 있다. 예를 들어 기록매체가 다르더라도 화상자체의 구성은 동일하고 PC로 쓰이기도 하고 네트워크 화상데이터로 사용하기도 하고 직접 프린트하는 경우에도 DSC메이커에 따라 다른 소프트웨어를 쓸 필요가 없다는 이점이 크게 공헌했다.

국내에서 DSC표준화 심의회는 당초부터 카메라 메이커뿐만 아니라 가전메이커에도 참가했기 때문에 포맷 통일의 중요성 인식이 높아졌다는 것을 생각할 수 있다.

현재 TC42/WG18의 국내 사무국은 일본사진기공업회(JCIA)에 옮겨져, 두달에 한번 WG18 관련 Expert(국제표준화회의의 위원은 이렇게 불려지고 있다)가 각각 소속하는 단체에서 심의상황을 보고하고 있다.

또한 JCIA 내에는 국제표준화개혁위원회가 설치되어, JCIA가 담당할 심의과제의 대책검토나 심의 프로를 담당하고 있다. WG18의 심의과제와 심의담당국내단체 등을 표3에 나타냈다.

## 2. ISO와 IEC

최근 바람직한 기술 발전의 결과, 종래의 단순했던 기계에도 전자적인 요소가 결합되면서 전자기기화되고 있는 추세다. 카메라도 그 대표적인 예의 하나이다. 은염카메라에서도 거리측정이나 노출설정, 렌즈나 필름의 구동이 전자화 되고 있으나 DSC가 되면 카메라 자체가 전자기기 혹은 정보기기가 되고 볼 수 있다. 'DSC가 광학기기일까' 혹은 '전자기기일까' 하는 판단의 차이에 따라 경제산업성 담당으로 바뀌고 일본

표 3. WG 18의 심의과제 및 심의담당국내단체

ISO 번호	TITLE	Project Leader	WG	일본 카메라 영상기기 공업회	일본 사진용품 공업회	JEITA	일본 규격 협회	일본 인쇄 공업협회
12231	전문용어집	W.Donovan(USA)	18	◎		○		
12232	ISO 스피드의 구입방법	K.Parulski(USA)	18	◎		○		
12233	해상도의 측정방법	K.Parulski(USA)	18	○		◎		
12234-1	리무버프리메모리 제1부 : 기본참조모델	W.Metz(USA)	18	○	○	◎		△
12234-2	리무버프리메모리 제2부 : 화상데이터서식, TIFF/EP	K.Parulski(USA)	18	○	○	◎		△
12234-3	리무버프리메모리 제3부 : DCF	M.Ohkawa(Japan) K.Parulski(USA)	18	○	○	◎		△
14524	광전변환관수의 측정방법	J.Holm(USA)	18	◎	○	○		△
15739	노이즈의 측정방법	R.Sharman(UK) K.Parulski(USA)	18	◎	○	○		△
15740	화상전송프로토콜	T.Looney(USA)	18	○	○	◎		△
16067-1	스캐너공간분해능력의 측정 제1부 : 반사용스캐너	D.Wüller(Germany) D.Williams(USA)	18	○	○	◎		△
16067-2	스캐너공간분해능력의 측정 제2부 : 필름스캐너	D.Wüller(Germany) D.Williams(USA)	18	○	○	◎		△
17321-1	색특성 제1부 : 계측법	W.Donovan(USA)	20	○	○	○	◎	△
22028	디지털스틸화상의 보관·취급· 호환의 확장 컬러인코더	W.Donovan(USA)	18	○	○	○	◎	△

에서의 담당단체도 바뀌게 되었다. 국제적으로도 같은 혼란이 나타나고 있다. DSC를 광학기기로 봐서 ISO심의를 개시할 때에는 DSC 자체에 대한 주목도가 낮은 점도 있어 ISO가맹국에도 반대가 없었으나 DSC가 PC나 프린터기 등의 정보기기로 관련이 깊어짐에 따라 전자기기로 보아야만 한다는 견해로부터 IEC도 심의의 일부를 개시했다. 또한 DSC에서는 여러가지 색의 재현성이 중요하게 되어 있고 그 때문에 어떤 색공간의 표준을 사용할 것인가와 DSC의 색특성을 어떻게 계측할 것인가에 관해 표준화가 필요하게 되었다.

종래 색관리 및 계측(Color Management and Measurement)에 관해서는 IEC/TC100(Audio, Video and Multimedia Systems and Equipment)의 가운데 행해져 DSC의 색재현에 관한 표준화 심의를 ISO도 개시했다.

본래 표준화는 소비자의 이익을 최우선으로 생각해야만 하고 복수 단체에서 같은 내용을 가지고 결과로서 다른 표준이 나타나게 되면 그 목적을 잃게 된다. 또한 일본에서는 전문가의 수가 적어서 어떤 심의 단체든 대부분 같은 전문가가 심의를 담당하는 경우가 많고 타 심의단체도 같은 내용의 심의를 하

는 것은 전문가의 부담과 비생산적인 결과를 만드는 것에 지나지 않는다.

DSC 및 CM(Color Management and Measurement) 등 심의담당 일본내 단체에 있어 이와 같은 사태가 나타나는 것을 피할 수 없기 때문에 2000년 6월 ISO, IEC 쌍방의 기술책임자에 의한 JTAB(Joint Technical Advisory Board)가 대체되어 DSC 및 CM 쌍방이 같이 관심을 가진 경우 공동작업을 해서 DSC에 관해서는 ISO가 책임을 갖고 CM에 대해서는 IEC가 책임을 갖는 것으로 결정되었다.

### 3. 일본에서의 표준화 활동

DSC는 ‘전자기기일까’ 혹은 ‘카메라일까’ 라는 구분에 대한 혼란이 계속됐다. 그러나 ‘DSC의 소관은 전자기기과가

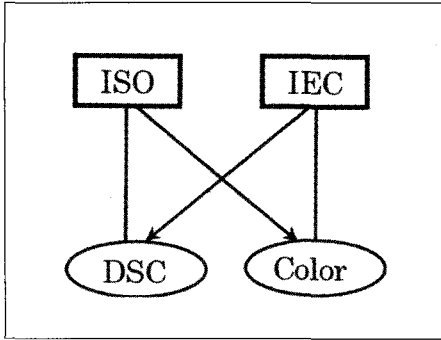


그림 2. ISO, IEC의 심의담당

아니라 산업기계과' 라는 통산성(당시) 견해가 나와 담당단체로서 일본사진기공업회(JCIA)가 지명된 이후, 그때까지 JEIDA와 EIAJ가 주체가 되었던 DSC 표준화활동은 JCIA로 옮겨지게 되었다. 그리하여 JCIA 내에 '디지털카메라 위원회'가 설치되고, 기술심의를 하기 위한 '기술소위원회'가 설치됐다. 현재 이 소위원회 안에는 '감도분과회', '해상도분과회', '전지수명분과회'의 3가지 분과회가 있어 각각 국내 표준 심의를 담당하고 있고, 그 결과 미국과의 협의를 거쳐 규격에 대한 국제표준화를 만들 예정으로 진행시키고 있다.

이밖에 '에디팅그룹'이 위원회 밑에 설치되어 카탈로그 표기 등에 관한 규약 '카탈로그 표기 등에 관한 가이드라인'의 제정을 담당했다.

현재 DSC 화소수 표기에 관해서는 정해진 규약은 없고 각 메이커별로 카탈로그 표기 방법은 제각각이었다. 결국 CCD 그 자체를 나타내는 총화소와 실제의 화상으로 유리하게 사용되는 화소수와 차를 확실히 나타내지 않는 채 수치만 나타내는 형태로서 소비자에게 혼란만 안겨 줄뿐만 아니라 화소수가 많다는 것은 해상도가 높다고 하는 단순한 개념을 부여해 주었다.

이러한 혼란을 잠재우기 위해 JCIA에서

는 신중한 심의를 거쳐 통일의 개념으로 우선 유효화소수를 표기하는 것으로 각 메이커들의 합의를 얻어냈다.

이 표기는 2002년 9월 기종부터 실시됐다.

한편, 이러한 일본의 의견은 미국에서도 지지되어 일본에서의 가이드라인을 미국에서도 그대로 채용하려고 하고 있다.

#### 4. DSC표준화의 주대상

DSC는 은염시스템에서의 카메라 본체와 필름 양쪽을 겸비한 기능을 갖고 있기 때문에 표준화 대상은 종래의 카메라가 대상하고 있는 범위를 토대로 종래는 필름의 분야로 되어 있던 범위도 커버해야만 한다.

현재 JCIA가 주체로 되어 표준화를 진행시키고 있는 과제는 해상도 측정법, 감도의 정의와 그 측정법, 전지수명의 측정기준 등이다. 또 전수한 '가이드라인'도 일본과 미국 공동으로 표준화가 진행될 예정이다.

해상도에 관해서는 단순히 CCD 화상수가 해상도를 나타내는 것처럼 오해를 불러일으킬 만큼 화소수의 정의가 애매한 상태로 각 메이커들 사이에서 어떻게 하면 화소수를 많이 표현할 것인가라는 것에 대한 무의미한 경쟁이 시장에 펼쳐지고 있어 소비자에게 있어 점점 더 혼란을 안겨주고 있다.

따라서 JCIA에서는 화소수의 정의를 명확히하고, 그 표기를 '가이드라인'으로 정해서 해상도에 관해서는 실제 화상의 분해능을 객관적으로 계측하는 방법을 심의하여 곧 국제표준으로 제안할 예정이다.

또한 감도에 관해서는 종래의 카메라 특성으로 생각되고 있는 노광지수와 필름 특성으로써 감도를 아울러 생각할 필요가 있다. 이에 미국과 협력하여 새로운 기준을 작성중에 있다.

전지수명의 측정기준은 애매한 내용도 있으나 소비자에게 큰 정보가 된다는 측면도 있어 어떻게 현실적으로 적절한 내용으로 할 것인가에 중심이 모아지고 있다. 미국에서도 이 건에 관해 일본의 심의에 큰 관심을 나타내고 있고 앞으로는 일본과 미국의 협력하에 국제화를 도모해 나갈 것이다.

#### 5. 대외활동

JCIA에서는 ISO 등의 국제 표준화단체에서의 기술심의를 원활하게 하기 위해 평소부터 외국과의 기술교류를 중요시 하고 있다. 그 대표적인 예로서 ISO/TC 42 사무국에 일하고 있

는 미국의 IIIA(International Imaging Industry Association=(구 PIMA))와 일년에 2회 기술회의를 여는데 합의했다. 이 기술회의는 IIIA/IT10 (Digital Still Picture Imaging)과 JCIA의 디지털카메라 위원회와 합동으로 개최된다.

IIIA는 미국단체이면서 국제단체로서의 특성을 갖고 있어 일본내 카메라 메이커 가운데서는 최신정보를 얻기 위해 무리해서라도 IIIA에 참가하고 있는 경우도 있으나, JCIA와 IIIA와의 정례회의를 통해서 그들의 정보가 용이하게 구체화할 수 있고 또한 자사의 의견을 주장할 경우도 넓어진다는 것을 기대할 수 있다.

## 표준화에서의 앞으로의 과제

### 1. 표준화에 관한 인식

지난날 NHK에서 이조식 세탁기의 사양이 ISO 규격에 준거하고 있지않기 때문에 일본에서 수출하는데 문제가 있다는 식의 보도프로그램이 방송됐다. 표준화는 소비자의 혼란을 피하고 고품질의 제품을 공급하는 목적을 가지고 있고 적용된 표준은 업계, 소비자 쌍방에 있어 유효한 것이다.

한편, 이 표준을 작성하는 작업은 제품의 이익과 직접 연결되는 현저한 효과를 보기 어렵기 때문에 왕왕 경시되고, 표준화에 관련된 사람들에 대한 사내의 평가도 낮다는 경향이 일본에 남아있다. 두뇌보다도 체력을 중요시하는 다른 나라에서 만들어진 표준화에 따라서 제품을 제조한다는 개발도상국적인 생각을 버리고 스스로 만든 물건의 규격은 스스로 만들어 그것을 표준화해 나간다는 적극적인 작전으로 전환하지 않는 한 언제 국제표준으로부터 일본의 표준 제품이 공격을 받는 대상에 놓여 질지는 알 수 없는 것이다.

따라서 무엇보다 부적절한 규격이 표준화되고 그 부적절한 규격에 따라 제조된다는 것 등은 업계에 큰 문제점이 되기 때문에 표준화에 관련된 사람은 그 분야에 대한 깊은 지식과 다각적인 통찰력을 가질 것이 요구된다. 이런 의미에서 국제표준화 위원은 'Expert' 라고 불려진다.

미국에서는 이전에는 국제규격(De jure)보다도 업계규격(De facto)을 중요시 했으나 최근엔 국제표준을 중요시하는 시책으로 변하고 미국의 Expert는 사내에서 높은 평가를 받도록 되어있다. 일본에서도 표준화의 중요성을 보다

넓은 시야로 인식하고 국제적으로도 주도적 입장을 가지고 일본 표준을 세계로 석권해나가는 전략을 채택하지 않으면 안된다.

### 2. IP문제

IP(Intellectual Property=공업소유권)와 표준화는 일견 모순되어 서로 받들어 지지않는 것처럼 보여진다. 특정기업이 보유한 IP가 표준화되어 규격 가운데 불가결한 요소로 갖는 경우가 있다. 이 경우 업계에서 소비자의 이익을 도모하기 위한 표준화에 준거하는 것은 그 IP를 보유한 특정기업에서 IP사용료를 요구 받게 된다. 기업간의 확실한 요구가 있는 경우는 그 IP사용이 거부된다는 결과로 되는 것도 상정된다.

한편, 국제표준화의 대의명분 아래서 기업이 보유하는 IP의 무상제공이 의무화된다면 그 기업이 IP 획득을 위한 비용이나 노력을 보상받는 기회를 잃어버리게 된다.

이와같은 사태를 해결하기 위해 ISO 및 IEC에서는 표준화 심의때 IP를 보유했다고 생각되는 기업의 신고를 받는다. 이 IP는 비차별적인 계약 및 접근으로 계약에 응하지 않으면 안된다고 되어 있다. 원래 이 조건에 따르지 않는 IP 보유자가 있으면 그 IP의 관련 부분은 규격에서 삭제할 수 있다.

### 3. 독점금지법 문제

표준화심의회는 특정 기업을 배제하거나 혹은 특정기업의 이익을 우선시해서는 안된다. 또한 공정거래를 저해하는 담합에 의한 회유가 있어서도 안된다. 미국 IIIA의 심의에서는 이상과 같은 취지에서 만들어진 동의서를 모든 회의적상에

서 읽게하여 출석자 전원이 싸인하는 것이 통례로 되어 있다. 이 동의서에는 특정기업을 대상으로 하지 않는다는 것, 가격이야기는 하지 않는다는 것 등이 명기되어 있어 당국으로부터 혐의가 관계되지 않도록 방위책이 세워져 있다. 또한 심의에 우선 Agenda(의제사항)를 공표하고 회의중

류후에는 바로 의사를 공개하여 수정을 받아 그 의사를 낸 출석자들의 소속기업명은 일체 기재하지 않는다는 규정이 명기되어 있다.

한편, 일본에서는 이와같은 문제에 대해서 중요성의 인식이 낮아 유감이다. 일본이 표준화를 솔선진행시켜 나가는 것을 경계하는 타국으로부터 지적을 받지않기 위해서는 일본에서의 표준화 심의가 공정한 상황에서 행해지고 있다는 것을 공시하기 위한 노력에 힘쓰지 않으면 안된다.

[www.prooptics.co.kr](http://www.prooptics.co.kr)

프로옵틱스 홈페이지가 새롭게 개편됐습니다.



경기도 이천시 대월면 사동 3리 347-138(3층)  
 전화/팩스 : (031) 637-0732/0733  
 E-mail: proopt@kornet.net

연구소장 · 이학박사 **정 진 호**  
 (HP:011-304-1353)

- 렌즈설계, 광학시스템 설계 및 제작
- Vision Inspection 광학계 설계 및 제작
- 초정밀 광학부품 설계 및 제작

- 업체기술자문 및 위탁(위촉) 연구수행
- 노광광학계(LCD, PCB, 반도체 등) 설계 및 제작, 수리
- 서울광학산업(주) 기술영업대행

