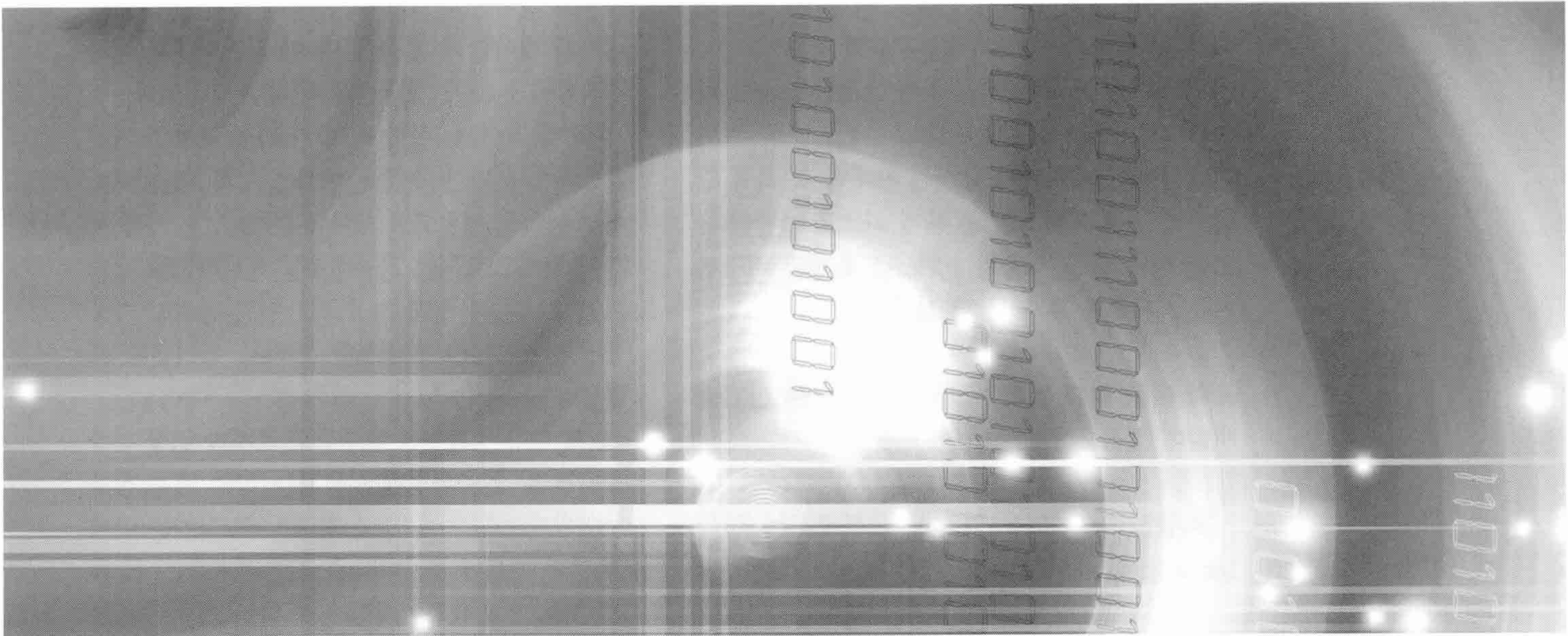
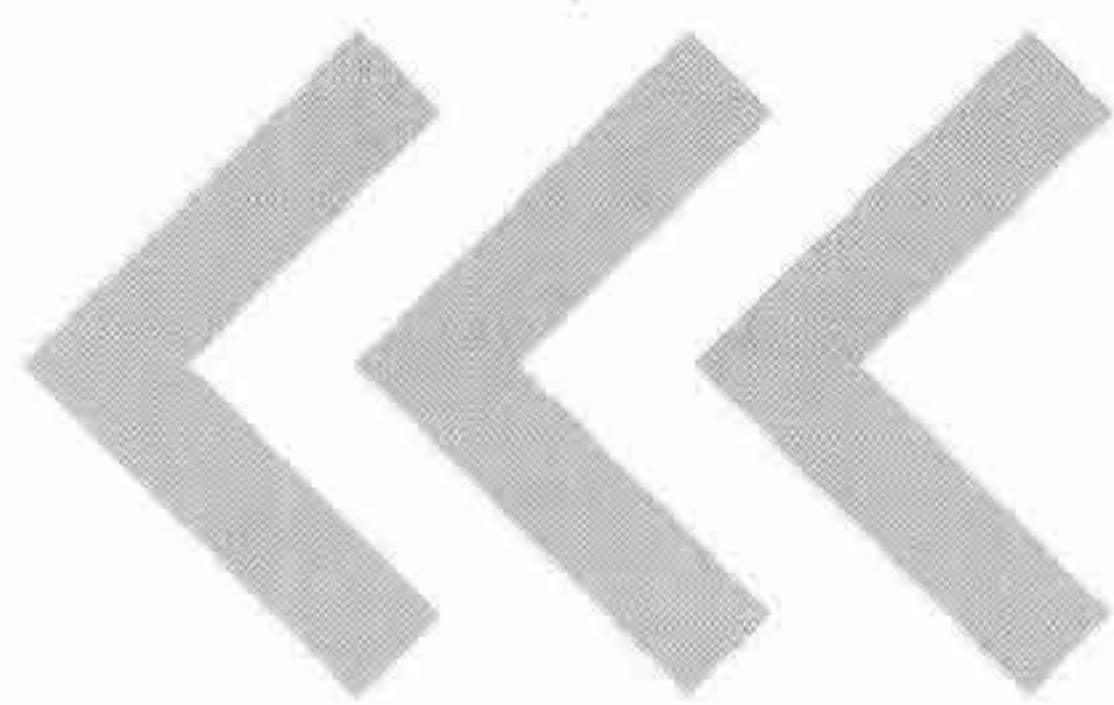


# 「 차세대 광학가공 기술개발로 세계적인 첨단 대형망원경 · 위성 기술에 ‘도전장’ 」

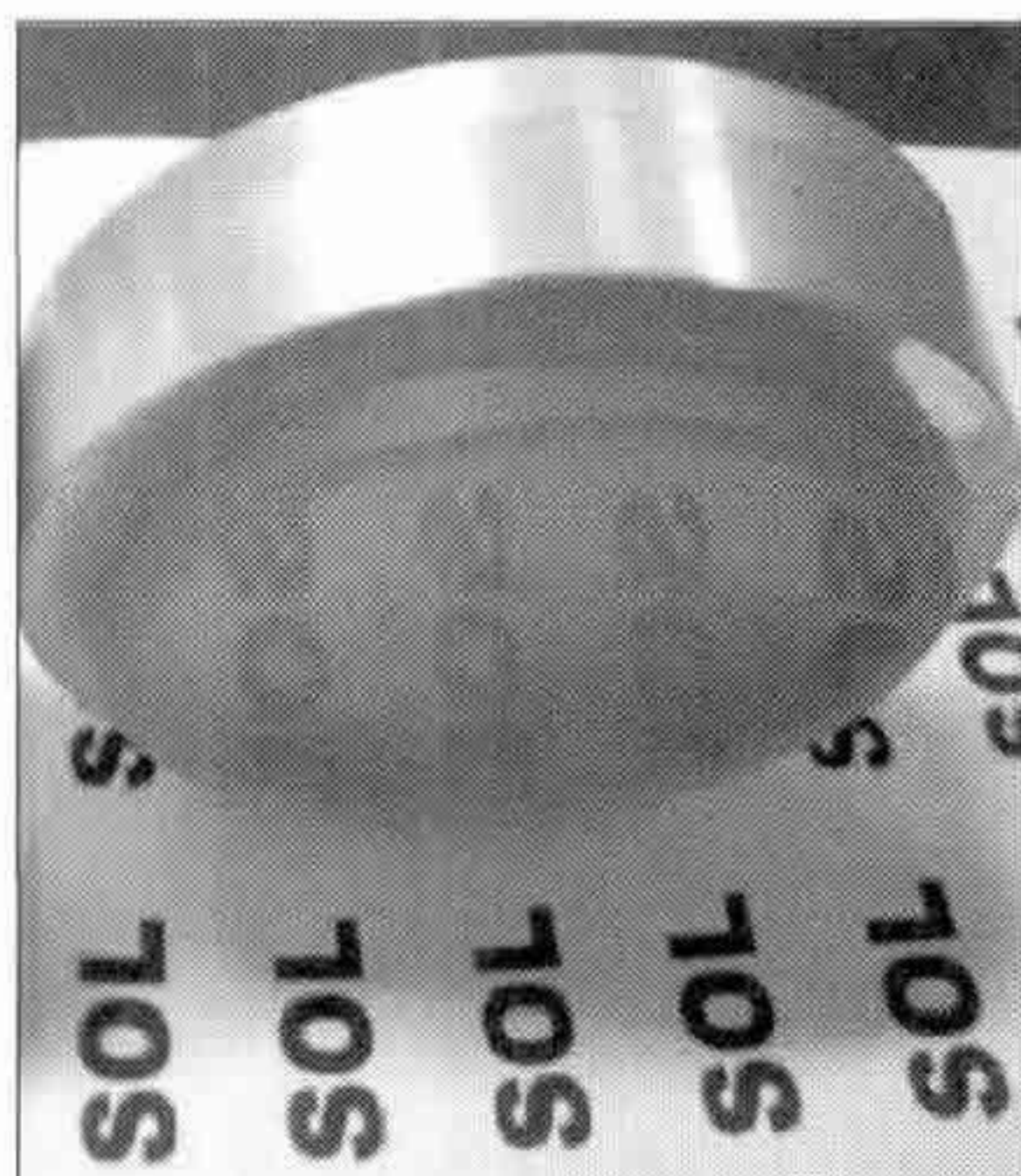


## 한국천문연구원 한정열 연구팀



군사적인 목적뿐 아니라 과학적인 연구 활동에도 필수적인 장비인 인공위성, 천체망원경 등에 활용되는 고성능 비구면 거울의 초정밀 가공을 위한 차세대 진화형 광학가공 모델이 한국천문연구원(원장·박석재) 국제천체물리센터 한정열(과학기술연합대학원대학교(UST) 천문우주학 박사) 연구팀에 의해 세계 최초로 개발됐다. 이 소식은 광학분야의 권위 있는 학술지 'Optics Express'의 올해 3월호에 상세하게 수록됐을 만큼 세계적으로도 관심을 모았다. 특히 기존에 미국, 러시아, 독일 등 일부 선진국에서만 보유하고 있던 원천 가공기술을 우리 기술로 이루어냈다는 자부심과 함께 산업현장에서 손쉽고 효율적인 광학가공이 가능해져 향후 수입대체 효과는 물론 국내 광학산업의 부가가치 창출이 기대되고 있다.

취재 | 박지연 기자 |



▶ 차세대 가공 기법을 적용한 100mm급 초정밀 비구면 거울

“최근 광학가공기술은 점차 고정밀화를 요구하고 있으며 보다 정밀한 광학면을 보다 빨리 얻을 수 있는 방안에 대해서 활발히 연구되고 있는 추세입니다.”

한국천문연구원 한정열 연구팀이 개발에 성공한 신기술은 바로 이러한 추세를 모두 반영하여 광학 망원경 등에 활용할 수 있는 차세대 광학 거울 가공 원천기술이다.

현재 전 세계 천문학자들을 중심으로 고정밀도를 요구하는 인공위성과 천체망원경 개발이 활발히 진행되고 있는 가운데 30m급의 거대 망원경 건설이 추진되고 있는 상황이다. 거대망원경의 핵심부품은 직경

1m 이상의 대형 비구면 거울로서 대형 거울을 정밀하게 가공하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요한데, 이것이 바로 전체 망원경 건설 사업 진행에 치명적인 장애요인으로 작용한다.

이를 해결하기 위해서 한정열 연구팀은 연세대학교 및 한국기초과학지원연구원과 함께 고성능 비구면 거울 제작시, 가공 작업 오차를 스스로 지속적으로 수정·보완하여 나노미터급 목표 '표면 거칠기'에 신속하게 도달하는 차세대 '진화형 광학가공 공정 제어모델'을 세계 최초로 개발했다. 또한 이 기술을 적용한 100mm급 초정밀 비구면 거울 시제품을 제조하는데 성공했다.

**광학 면을 보다 빨리·정밀하게 만드는 신기술 개발에 성공**

“초정밀 광학 면을 가공하기 위해서는 연삭 (grinding), 래핑(lapping), 연마(polishing), 피겨링(figuring) 등 네 단계를 거쳐야하는데 각 단계를 거치면서 광학 면 표면의 거칠기는 대략 1/10으로 줄어들게 됩니다. 그런데 초기의 연삭과정에서는 많은 양의 소재를 자르고, 파내고, 문지르는 등 매우 복잡한 공정을 가지고 있기 때문에 공정 자체를 이해하기가 힘들고, 연삭과정 과정에서 발생하는 오차를 보정할 수 없었던 단점이 있어 모델의 정확도를 높이는 것이 제한되어 왔습니다.”

이러한 점에 착안되어 개발된 차세대 '진화형 광학가공 공정

제어모델(Evolutionary grinding process control model)'은 가공작업 오차를 스스로 수정, 보완하여 나노미터급 목표 '표면거칠기'에 신속하게 도달하므로 가공이 진행될수록 정확도가 증가하는 특징이 있다. 따라서 제품의 특성을 보다 정밀하게 제어할 수 있을 뿐만 아니라 빠른 시간에 결과물을 얻을 수 있다는 점이 최대 장점이다.

한정열 박사는 “광학 면 초기 가공 단계인 연삭 가공에서 연마한 수준에 이르는 광학 면을 나노미터 이하의 정밀도로 제어할 수 있으며, 가공 시간이 적게 소요되는 가공변수를 제시하도록 개발되었기 때문에 실제 가공 시간이 일반적인 가공 공정보다 55.9% 줄어드는 결과를 얻어냈다”고 말했다.

현재 더욱 정확하게 우주를 관측하기 위해 우주 망원경 및 인공위성에 사용되는 광학 면은 점차 거대해지고 있으며, 광학 면 하나의 크기는 한계가 있기 때문에 1~2미터급 조각 거울을 수십 내지 수백 개 조합하여 만들고자 하는 노력이 진행되고 있다.

한정열 박사는 “이번에 개발된 원천 기술은 조각 거울의 크기는 작지만 가공해야 하는 개수가 많기 때문에 목표로 하는 광학 면을 보다 빨리, 보다 정밀하게 만들고자 하는 요구에 부합하는 신기술이다”고 설명했다.

고성능 비구면 거울은 우주 관측용 망원경 및 지상용 천체망원경에 필수적인 부품이다. 특히 우주 관측용 망원경 부품은 항공우주분야는 물론 군사용으로 사용할 수 있어 선진국으로부터의 기술이전이 엄격히 통제되어 왔다. 이미 미국, 러시아, 독일, 일본 등 선진국은 물론 남아프리카 공화국 등에서도 대형 망원경 개발을 진행하고 있는 상황에서 국내 기술로 고성능 광학 면을 대량으로 확보할 수 있다는 점에서 세계 망원경 제작 기술 향상에 기여할 것으로 기대되고 있다. 또한 금번 가공 기술 개발을 통해 고부가가치의 정밀 비구면 거울의 국산화를 이뤄 연간 수십억 원 이상의 수입대체 효과를 기대할 수 있게 됐다.

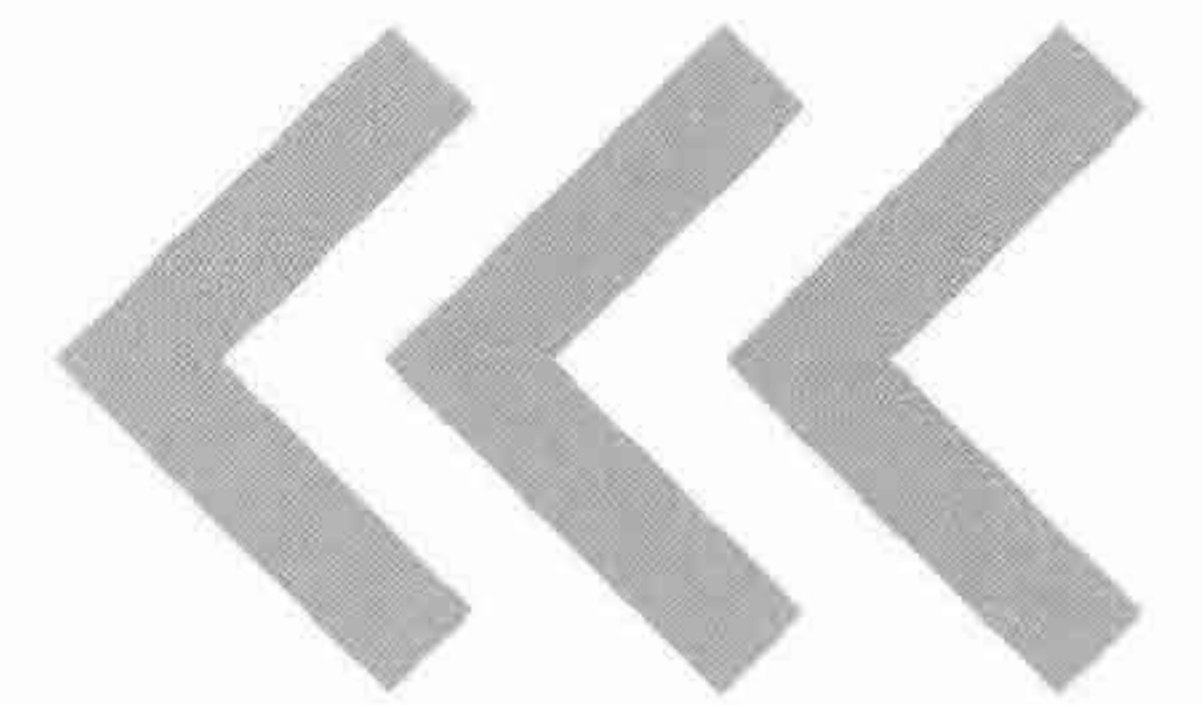
한정열 박사는 “금번 기술은 광학가공 작업이 수행되는 산업현장에서 손쉽게 간편하게 가공 정밀도를 높일 수 있다”며 “고해상도 위성 카메라



▶ 표면거칠기 측정장치



▶ 광학거울 초정밀 가공장치



용 비구면 광학거울, 지상용 대형 천체 망원경, 나아가 반도체 및 FPD용 노광기 등 비구면 거울이 필요한 산업현장에서 폭넓게 활용이 가능하여 국내 광 관련 산업의 부가가치 창출에도 크게 기여할 것으로 기대한다”고 말했다.

**산업현장에서 손쉬운 활용 통해 수입대체 및 광산업의 부가가치 창출 기대**

한정열 박사는 현재 개발된 초정밀 비구면 거울의 향후 우주 및 산업분야 활용 극대화를 위해 다음단계로의 연구 개발을 진행하고 있다.

한정열 박사는 “이번에 개발된 100mm급 초정밀 비구면 거울은 열에 변화가 없는 신소재를 활용한 것인데, 소재를 더욱 확장 적용하고 크기 또한 1~2m급, 그 이상의 거울로 확장하려는 노력을 기울이고 있다”며, “기존에는 이송속도와 소재의 회전속도 등이 주요 파라미터였다면 이후에는 파라미터의 종류도 다양하게 늘리는 방안을 계속 연구 중에 있다”고 말했다.

또한 이미 원천 기술을 확보한 국내외 연구진과 기존 인프라를 활용 및 개선하고 국내외 연구기관과의 공동 연구개발과제 진행 등 다방면의 연구 활동을 지속할 계획이다. 일본의 한 대학 교수는 이러한 공정제어 연구에 관심을 가지고 가시광을 넘어 파장이 짧은 X-ray 영역에서도 활용할 수 있는 반사면의 가공 공정 개발을 가능한 빨리 협력연구 해보자고 제안한 상황이다.

한정열 박사는 “광학가공이란 측면에서 국내외 연구기관이 함께 수행하는 연구과제에 참여하여 더욱 정밀한 난이도의 광학가공 공정을 개발하고 싶은 것이 개인적인 바람”이라며 “더 나아가 선진기술을 습득하여 국내 광학가공기술을 더욱 발전시키는 계기를 만들고 싶다”고 말했다.

한편, 금번 차세대 신기술의 개발로 천문연구원의 대형 망원경 개발이 본격 활기를 띠 것으로 기대된다.

국내에는 1m 이하의 중소형망원경이 많이 설치, 운영되고 있는 가운데 천문우주관측 연구용으로 천문연구원이 보유하고 있는 보현산 천문대의 1.8m 망원경과 소백산천문대의 60cm 망원경

이 있다. 그러나 아쉽게도 기존에는 천문연구원에 비구면 거울 제작 원천기술이 없던 관계로 이러한 망원경 안에 들어가 있는 거울은 타 연구기관을 통해 제작된 것이다.

따라서 금번 한정열 연구팀이 개발한 차세대 광학가공기술은 천문연구원 자체에서도 큰 의미를 가진다. 특히 이번 차세대 신기술을 통해 현재 국제적으로 추진되고 있는 1m 이상의 조각거울 수백 개로 이루어진 30m급 대형 망원경에서 주·부경 가공의 기술기반을 마련한 것으로 평가하고 있다.

한정열 박사는 “이 기술은 대형, 대량, 초고성능 광학 가공기술이 필요한 거대 망원경 사업에 참여함으로써 효과적으로 적용 및 확장될 수 있는데, 현재 천문연구원에서 미국, 호주 등과 함께 추진하고 있는 직경 25m 구경의 대형 망원경 건설사업이 정부의 과감한 투자로 실현되기를 희망한다”며, “이미 10m 이상의 대형 망원경 제작 경험이 있는 선진국들에 비해 천문연구원이 현재는 기술력에서 많이 뒤져 있는 것이 사실이지만 금번 개발된 신기술을 활용하여 상대국들과 기술적 상호 협력 관계를 유지하며 세계 망원경 제작 기술을 확보하는 계기가 될 것으로 기대된다”고 말했다.



▶ 한국천문연구원 국제천체물리센터의 한정열 연구원(UST 박사)

❖ 용어설명

표면 거칠기 - 국제표준기구(ISO)에서 정의한 중심선 평균 거칠기(roughness), 기준 길이 내에서 산과 골의 높이와 깊이를 기준 선을 중심으로 평균한 값.