

# 특집 ─ 국가광과학기술 로드맵 요약본

## 보안 및 방위산업

### 1. 보안 및 방위산업 기술 동향

#### 가. 국내 기술동향

■ 국내 방산용 레이저 기술로서 레이저거리측정기, 표적지시기, 레이저 레이더, 지향성 적외선 방해장치 등 레이저 센서용 저에너지의 레이저 기술과 주요시설 방어 및 군사표적을 무력화하기 위한 고에너지 레이저 기술 등이 연구되고 있음.

■ 센서용 저에너지 레이저 기술은 눈에 안전한 파장 및 소형, 경량화 방향으로 개발이 추진되어 레이저 다이오드 펌핑 고체레이저, 광섬유 레이저를 기반으로 한 연구가 진행되고 있음.

■ 항공기에서 방출되는 중적외선 대역(2~5  $\mu\text{m}$ )의 광을 검출하여 공격하는 열추적 미사일로부터 항공기를 보호하기 위한 지향성 적외선 방해장치의 레이저 광원으로 사용하는 중적외선 레이저 기술이 연구되고 있음.

■ 거리측정기/표적지시기, 레이저 레이더(LADAR) 등에 필요한 광원으로 눈에 안전한 파장, 소형/경량화, 수십 Hz에서 100 kHz 수준의 고반복률을 갖는 고체레이저 및 광섬유레이저 기술이 연구되고 있으며, 수증통신 및 해저지형 관측 등에 적용 가능한 청록색 레이저 기술에 대한 국내개발 가능성이 검토되고 있음.

■ 고에너지 레이저 기술은 소형, 경량화 가능성이 높은 레이저 다이오드 펌핑 고체레이저에 대해 집중하고 있으며 차세대 레이저로서 광섬유 레이저에 관한 기초연구가

진행되고 있음.

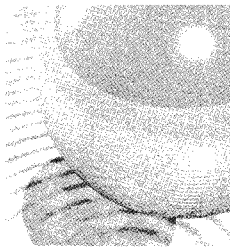
■ 국내의 학계, 연구소에서는 고출력의 극초단 펄스 레이저를 중점적으로 연구하고 있으며, 산업계에서는 중저출력 펄스형 고체레이저 광원 개발에 주력하고 있음. 가공용 레이저로서 수백 W급의 광섬유 레이저 기술이 연구되고 있어 향후 고출력 광섬유 레이저에 활용될 수 있음.

■ 자유전자 레이저는 전력 소모가 큰 대형장치로서 차량이나, 항공기 탑재 용으로 사용하기에는 부적합하지만 함정에는 설치 가능하고 파장 가변이 가능한 장점을 갖고 있어 미래 전전기(all-electric) 함정체계에 가장 적합한 레이저임. 국내에서 자유전자 레이저에 관한 연구가 수행 중이나 원적외선의 W급 출력으로 무기용 광원 기술로는 초보적인 수준임.

■ 특수광학 분야는 파면측정센서와 변형거울을 포함하는 적응광학기술, 천체 및 우주용 대형 광학계, 그리고 비구면 광학계, 파장변환을 위한 비선형 광학매질을 포함한 광학기술 영역임.

■ 국내에는 고출력 레이저빔의 페루프 파면보정을 위한 Shack-Hartmann 파면측정 센서에 대한 일부 제작 및 설계 기술을 보유하고 있으며, 곡률감지법을 이용한 파면측정 센서를 개발하여 망원경의 수차측정에 활용하거나, 층밀리기 간섭계를 이용한 파면측정 센서에 대한 연구를 수행한 경험이 있음.

■ 국내의 변형거울에 대한 연구가 수행된 적이 있으나,



실험실 특성 연구 수준의 제작이 가능한 정도로, 외국의 상용제품과는 기술적인 차이가 큼.

■ 대형 망원경의 경우, 2006년 직경 1 m 망원경 제작능력을 개발하고, 직경 2 m급 기술 개발 중임. 위성 카메라는 1992년부터 발사한 우리별 시리즈, 과학위성 1호, 다목적위성 1, 2호를 통해 모두 6기의 위성카메라를 개발하여 발사하였음. 구경 600 mm인 비구면 반사거울 제작과 형상정밀도  $\lambda/70(=9 \text{ nm})$  RMS 이하로 가공해야 하는 매우 높은 수준의 가공정밀도를 요구함.

■ 고해상도 인공위성 카메라의 핵심기술은 대구경 비구면 거울 연마기술, 광기계구조물 제작기술, 광학계 조립 및 시험기술 등이며, 위성용 거울은 경량화된 초정밀 비구면이므로 경량화기술, 비구면 형상측정기술, 그리고 비구면 연마기술을 함께 개발하여 활용하는 것이 가장 효과적임.

■ 현재 비선형 광학 결정 성장에 대한 연구는 국내에서 거의 이루어지고 있지 않으며, 일부 학계, 연구소에서  $\text{LiNbO}_3$  및  $\text{Mg:LiNbO}_3$  결정에 대한 연구가 수행되고 있음.

■ 국내 적외선 센서 기술은 주야간 원거리 감시정찰의 중요성이 부각됨에 따라 과거 근거리 지상관측용 센서 수준에서 함정용 탐색추적센서, 중/장거리 항공용 센서 및 위성정찰용 센서로 발전되고 있으며 또한 위장표적 및 지뢰 탐지를 위한 초분광 영상센서 등 다양한 운용환경에 적합한 센서 개발이 진행되고 있음.

■ 적외선 광학계는 지상용에서 항공용, 우주용으로 발전함에 따라 대구경/경량화되는 추세에 있으며, 현재 수십 cm급 이상의 광학계가 개발되고 있으며, 또한 경량화에 적합한 소재 기술이 개발되고 있음.

■ 적외선 검출기는 2000년대 이전까지 와전환 2D배열이 어려워서 주사방식을 사용하여 표적 영상을 획득하였으나, 검출기 소자공정 기술의 발전으로 비주사방식이 가능한 대규모 2차원 배열의 검출기가 개발중이며, 소자 배열 규모가 증가되고 있는 추세에 있음.

■ 초분광 영상처리 기술은 가시광선/적외선 등의 파장을 수백개 파장으로 세분하여 파장별 영상정보를 획득하는 기술로 표적 식별 능력을 획기적으로 증대시킴으로써 정보/감시/정찰 분야의 핵심센서 역할을 할 전망이다.

## 나. 국외 동향

■ 미국, 독일, 프랑스, 이스라엘 등 기술 선진국에서는 레이저무기용 광원으로 전술 플랫폼에 탑재 가능한 소형, 경량화를 목표로 고체레이저 및 광섬유 레이저 기술 개발에 집중하고 있음.

■ 광섬유 레이저는 효율이 높고 열적 특성이 우수하며 취급의 용이성 및 우수한 이동성 때문에 고출력 레이저의 소형, 경량화를 위한 차세대 레이저로서 미국 등 기술 선진국에서 활발하게 연구되고 있음.

■ 미국은 육해공군 통합 지원 하에 차량용 전술 레이저 무기의 광원으로 평균출력 100 kW급 고체레이저를 2009년 개발하였음. 또한, 산업용으로 10 kW급 광대역 싱글모드, 50 kW급 다중모드 광섬유 레이저(incoherent 결합)를 개발하여 레이저무기 적용 가능성 실험에 사용 중임.

■ 미국은 DARPA 지원 하에 위상제어 빔결합 기술을 이용한 고품질의 고출력 광섬유 레이저 개발을 위해 3 kW급 협대역 편광유지 단일모드 광섬유 레이저 기술을 연구 중임.

■ 미 해군에서는 대함유도탄 방어를 위한 함정용 레이저무기 광원으로 100 kW급 자유전자 레이저 개발에 착수하였으며 고체레이저를 이용하여 소형 위협체 방어용 레이저무기 가능성도 연구하고 있음.

■ 미국, 이스라엘 등은 지향성 적외선 방해장치 광원용 고체레이저를 개발하였으며, 경량/소형화를 위해 광섬유 레이저 기반 중적외선 레이저가 개발 중임. 중적외선 대역의 QC(Quantum Cascade) 반도체 레이저에 대한 연구도 진행 중이며, 수중 통신, 해저 지형관측 및 기뢰탐지 등에 사용하기 위한 청록색 레이저가 개발 중에 있음.

## 보안 및 방위산업

- 미 공군 연구소는 적응광학계를 장착한 3.5 m급 망원경과 1.5 m급 망원경, 1 m급 beam director 등을 운용 중임.
- 국외에서는 레이저 파면센서와 변형거울 제품을 출시하고 있으나, 특수 목적의 고성능 제품은 수출제한 품목임.

## 2. 보안 및 방위산업 현황

### 가. 국내시장 현황 및 전망

- 국내 방산용 레이저 시장은 정확한 집계가 어렵지만, 현재 레이저를 적용한 무기체계의 도입 규모가 작아 미미한 수준으로 추정됨. 그러나, 무기체계의 첨단화에 따라 레이저를 적용한 첨단무기의 수요는 계속 증가할 것이므로 군수용 레이저의 국내시장 규모도 지속적으로 증가할 것임.
- 국내시장 규모가 절대적으로 작기 때문에 현재 군수용 레이저 기술 개발은 전적으로 정부 투자에 의존하고 있어 신기술 개발에 의한 시장 창출에 어려움이 있음. 따라서, 수출을 목표로 하는 레이저 기술 개발정책을 적극 추진하여 시장 확대를 통한 방산업체의 규모 및 기술개발 능력 제고가 요구됨.
- 레이저분야는 민수용 시장이 압도적으로 크기 때문에 민수용 레이저기술을 군사용 레이저개발에 활용하거나 민군겸용기술 개발 투자를 확대하여 신규 시장을 창출할 수 있는 정책 추진이 요구됨.

### 나. 국외시장 현황 및 전망

- 레이저 산업 전체의 세계 시장 규모는 2008년까지 계속 증가하였으나, 2009년에는 경기침체로 53.2억 달러로 24%가 감소하였으며 2010년에는 59.1억달러로 다시 증가할 것으로 기대됨.

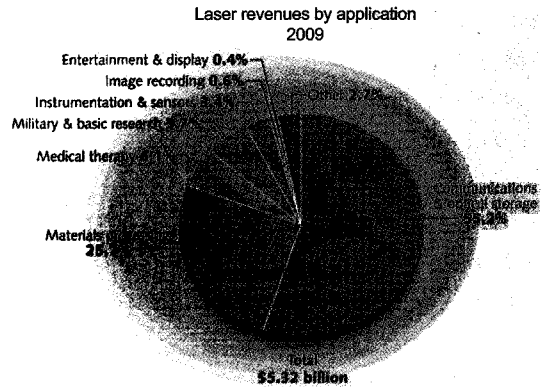


그림 1. 응용 분야별 레이저 산업의 세계 시장 규모 (Laser Focus World : Marketplace 2010)

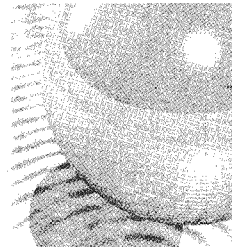
- 군사용 레이저 분야는 전체 시장 규모에서 2009년에 1.2억달러로서 전체시장의 약 2.5%를 차지하는 것으로 나타났음. 군사 분야에서 레이저 기술의 중요성은 크게 인식되고 있으나 실제 운용되는 장치는 거리측정기, 표적지시기 등 일부에 제한되고 있어 현재 시장 규모는 그다지 크지 않음.

- 향후 지향성 적외선 방해장치, 레이저 레이다, 수중통신 및 해저지형 관측 장치, 고에너지 레이저무기 등 첨단 신무기의 개발 및 도입에 따라 군사용 레이저의 시장 규모는 계속 확대될 것으로 예상됨.

## 3. 보안 및 방위산업 기술 로드맵

### 가. 전략기술 선정

- 시장규모가 크고 군사용 뿐만 아니라 민수용으로도 사용 가능한 지향성 적외선 방해장치용 중적외선 레이저, 수중통신 및 해저 감시용 청록색 레이저를 전략기술로 선정함.
- 시장규모는 예상할 수 없지만 기술 파급 효과가 크고 미래 전장개념을 혁신시킬 수 있는 레이저무기의 핵심기술인 고에너지 고체레이저, 고에너지 광섬유 레이저를 전략기술로 선정함.



나. 전략기술의 로드맵 (~2020년)

비전	기술기반 확보	핵심기술 개발	선진기술 주도
레이저 광원	중적외선 레이저 설계기술 개발	중적외선 레이저 응용기술 개발	
	청록색 레이저 기초연구	청록색 레이저 설계 및 응용기술 개발	
	고에너지 고체 레이저 설계기술 개발	고에너지 고체 레이저 응용기술 개발	
	고에너지 광섬유 레이저 기초연구	고에너지 광섬유 레이저 설계기술 개발	
인프라 구축	군사용 레이저 기술 개발 인프라 구축		
	레이저 설계/시험평가 인력양성 I	레이저 설계/시험평가 인력양성 II	
	산학연 협조체계 구축		
	레이저 시설 구축 I	레이저 시설 구축 II	

레이저 광원	센서용 레이저	중적외선 레이저		설계기술 개발	설계기술 개발 (출력 증대)	응용기술 개발	●	●	●	DIRCM 적용
		청록색 레이저			기초연구	설계/응용기술 개발	●	●	●	통신/감시 장치 적용
		시장 규모	국내	-	-	-	●	●	●	시장점유율 확대 해외시장 확대
			국외	2억\$/년	3억\$/년	5억\$/년	●	●	●	
	무기용 레이저	고에너지 고체 레이저		설계기술 개발	설계기술 개발 (출력 증대)	응용기술 개발	●	●	●	표적조사 적용
		고에너지 광섬유 레이저		기초연구	설계기술 개발		●	●	●	표적조사 실험
		시장 규모	국내	-	-	-	●	●	●	국내 시장 확대
			국외	-	-	-	●	●	●	해외진출 확대