

감시레이이다 체계



鄭 鎮 元 / 국방과학연구소
선임연구원

66

효과적인 전방지역 대공방어 레이다 체계 구축을 위해서는 LASR급의 저고도 3차원 탐지레이이다의 개발추진과 장기적인 면에서 레이다에 의한 전장감시/조기경보의 주요부분인 영상첩보/정보 제공의 주된 역할을 담당하는 SAR 개발을 고려해 보아야 할 것입니다.

또한 선진국에서 보다 경제적인 장거리 해상 감시용으로 새롭게 부각되고 있는 지표파를 이용한 전술용 OTH에 대한 연구개발을 고려해봄이 바람직스러울 것으로 생각됩니다

조기경보

전장감시를 위한 정 보수집 수단으로 레

이다는 필수적인 역할을 담당해왔으며, 기술의 발전과 더불어 최근에는 지상, 해상, 공중 이동표적 탐지 및 영상 신호처리로 적의 후방 지역 주요 군수시설을 포함한 고정표적까지 탐지, 식별할수 있는 기능을 갖고 있습니다.

또한 탐지 범위도 근거리 표적에서 원거리 및 초장거리 표적까지 탐지, 식별할수 있으며, 실시간 표적 정보를 관련부서에 제공함으로써, 전장감시에서는 우군이 보유한 포 및 미사일등을 이용하여 즉각적으로 적 표적을 타격할수 있는 체제로 발전하고 있습니다.

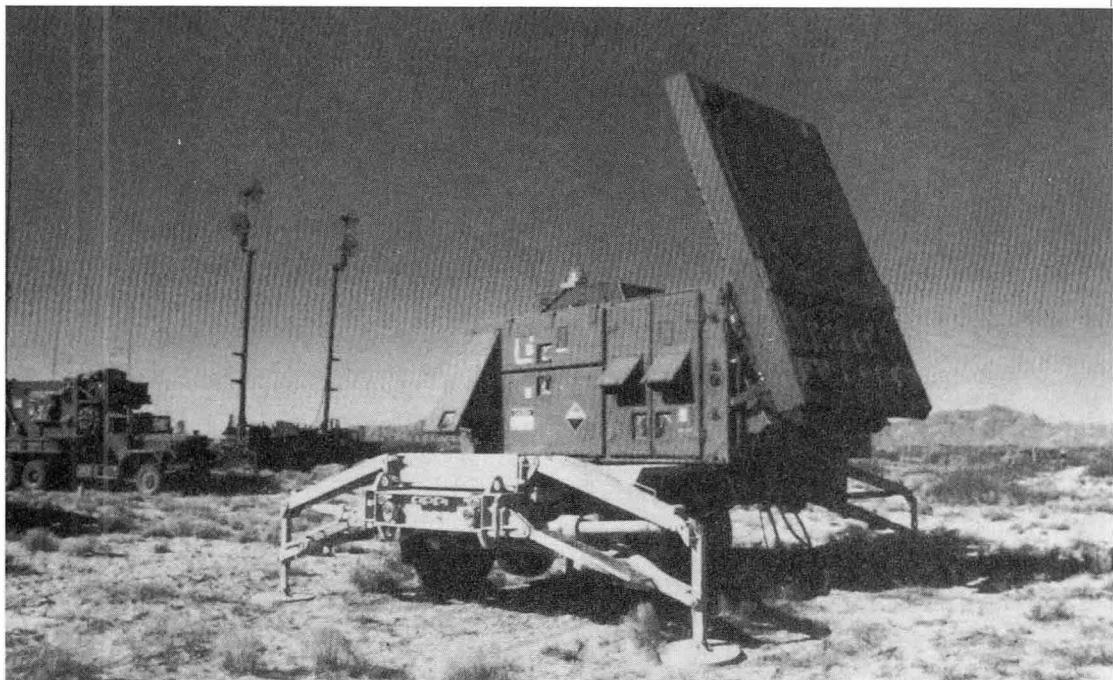
장거리 탐지레이이다는 적의 공중 및 해상 활동을 정확히 탐지 및 추적함으로써, 적의 군사행동 의도에 대한 중요한 징후를 조기에 포착하여 정보를 제공할수 있게 되었습니다.

3차원 레이다는 1개의 레이다로서 거리, 방위각, 고각의 3차원 표적 정보를 제공하며, 탐지 및 추적을 동시에 정확히 수행함으로써, 적 항공기는 물론 미사일의 요격까지 가능하게 되었습니다.

레이이다는 탐지거리에 따라 단거리, 중거리, 장거리 및 초장거리 레이다로 분류하고, 기능에 따라 표적획득 및 전장감시 레이다와 영상 정보 레이다로 대별하고, 표적정보의 종류에 따라 2차원과 3차원으로 구분할수 있습니다. 설치 위치에 따라 지상설치, 함정 및 항공기/위성 탑재용 레이다로 나눌수 있으며, Mini SAR(소형합성 개구면 레이다)는 RPV에 탑재가능토록 연구되고 있습니다.

전세계적으로 수많은 레이다가 개발되어 운용되고 있으며, 우리나라에서도 많은 종류의 레이다가 각각의 다른 운용 목적을 갖고 군에서 사용되고 있습니다.

여기서는 특히 전장감시/조기경보를 주목적으로 개발운용 되고 있는 레이다의 현황과 기술발전 동향 및 운용 특성을 분석하여, 우리나라 실정에 적합한 레이다의 종류 및 획득 대안을 제시하고자 합니다.



패트리어트 체계의 AN/MPQ-53 3차원 레이다는 표적 단면적이 $0.03m^2$ 에 불과한 순항유도탄을 정확히 탐지·추적한다

레이다 체계 현황

· 레이다 체계의 역할

현대의 첨보수집 체계는 신호정보, 영상정보, 인간정보 등으로 구분합니다. 현대전에서 조기경보 및 사단급 이상의 군 첨보수집 수단으로는 전자기술의 급속한 발전에 따라 전자장비가 주된 역할을 담당하게 되었으며, C4I와 함께 계속 발전되고 있습니다.

전자장비중에서도 레이다체계는 전장감시/조기경보를 위한 중요한 수단입니다. 근거리에서 원거리까지, 이동 및 고정표적에 대한 정보를 획득하는 주요체계이며, 탑재수단에 따라 서로 다른 운용특성을 갖고 있습니다.

레이다 체계는 그 기능과 역할면에서 전장감시와 전술적 조기경보를 주로 수행하는 표적획득 및 감시레이이다와 전략적 조기경보를 제공할수 있는 장거리/초장거리 탐지레이이다로 대별할수 있습니다.

이러한 레이다는 반사파를 이용하여 물체를 정확히 탐지·추적하며, 对이라크전에서 위력을 발휘한 Patriot 시스템의 AN/MPQ-

53 3차원 레이다는 레이다표적 단면적이 $0.03m^2$ 정도인 순항유도탄(Cruise missile)을 정확히 탐지하여 추적할수 있습니다.

또한 레이다는 주야, 악천후 하에서도 성능발휘가 가능하고, 실시간 표적정보 및 피아식별 내용을 제공함과 동시에 전파 가시거리 범위내의 상당거리/상당지역 감시가 가능한 높은 신뢰도의 특성을 갖고 있습니다.

· 선진국 및 한국군 운용 체계 현황

* 선진국 운용체계 현황

전 세계적으로 수많은 종류의 레이다가 개발, 운용되고 있으나, 우리의 전장환경과 여건을 고려하여 구성해본 대표적인 레이다 체계현황은 p.21의 <표>와 같습니다.

최근 선진국에서는 기술의 발전과 더불어 개발된 3D 레이다를 대공감시에 많이 운용하고 있는 실정입니다.

* 한국군 운용체계 현황

현재 군에서 운용하고 있는 레이다의 대부분은 오래전에 도입된 구형 장비로서 소량 다종이며, 사용군의 각기 상이한 운용목적과 탐지 표적을 대상으로 사용되고 있습니다.



RASIT 전장감시 레이다

현재 우리군은 선진국에서 주로 운용하는 항공기 탑재용 전장감시/조기경보 레이다를 보유하고 있지 않으며, 북괴의 저고도 위협에 대한 저고도 감시용 탐지레이디아의 수량 및 탐지능력이 미흡한 실정입니다.

(우리 軍의 레이다 현황 : 생략)

레이다 분야 기술동향

· 기술발전 추세

최근 레이다의 체계면에서 세계적 발전추세는 탐지능력의 향상, 對전자전 능력향상 및 통합 체계화로 크게 요약할수 있습니다.

레이다의 탐지능력은 전자 및 컴퓨터 산업의 발전에 힘입어 탐지거리의 확장, 해상 및 지상클리터 제거, 자동탐지 및 추적능력의 향상, TWS(Track While Scan)수자의 증대등으로 발전하고 있습니다.

걸프전에서 미군의 ECM 항공기에 의해 이라크의 대공방어체계가 무력화된 사실등 최근 들어 레이다의 대전자전 방어능력의 중요성이 크게 강조되고 있습니다.

또한 탐지레이디아로 부터의 자료입력, 가용(可用) 무기정보 및 종합상황 전시등 일련의 체계를 통합 자동화하여, 적의 위협에 대한 즉각적인 대응조치를 취할수 있도록 발전되어 나가고 있습니다.

핵심적인 레이다 기술분야는 크게 안테나, 송수신기, 신호처리 및 자료처리기 분야로 나눌수 있는데, 이들 각 세부분야의 발전추세에 크게 영향을 받는다고 할수 있습니다.

안테나는 탐지거리를 향상시키고 간접신호의 영향을 최소화하기 위해 위상배열 및 적응배열 기법을 이용하는 추세이며, 송수신기는 종래의 진공관 형식의 고출력관(TWT 또는 마그네트론)에 비해 수명이 길고 고전압을 사용하지 않으므로 정비가 용이한 반도체 송수신기를 이용하려는 추세입니다.

신호처리 분야는 신호처리용 고속 대용량 직접회로의 발달로 종래의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 바뀌어가고 있으며, 특히 운용환경에 따라 적절히 대처할수 있는 적용필터기법 및 펄스 도플러(Pulse Doppler)방식을 채택하는 추세입니다. 또한 전산기 성능의 증가로 표적의 탐지 및 추적뿐만 아니라 자동인식 능력도 병행하여 개발되고 있습니다.

· 체계별 발전현황

* 전장감시 및 표적획득 레이다

RASIT, MSTAR, EL/M-2121, Cymbeline MK3 및 AN/TPQ-36/37이 대표적인 전장감시 및 표적획득 레이다로서 최근 마이크로파 소자의 기술발달과 고집적 회로를 이용한 신호처리 기술의 발전에 기인된 장비성능 향상

AN/TPQ-36A 저고도 탐지레이다



선진국의 대표적인 레이다 체계 현황

구 분	레 이 다 Name	주 요 특 성	운 용 국 가	비 고
전장감시 및 표적 획득 레이다	RASIT EL/M-2121 MSTAR AN/PPS-5	인원 차량 탐지 : 20~40km 인원 차량 탐재 : 20~70km 지상이동표적 및 헬기 : 수 km 지상이동물체 탐지 : 10km	프랑스, 한국 이스라엘 영국 미국	
	Cymbeline MK3 AN/TPQ-36/37	적 화기진지 탐지 : 30km " : 15~50km	영국, 한국 미국, 한국	3D 레이다
저고도 탐지 레이다	REPORTER TIGER G EL/M-2220 HARD S 711 전술레이다 LASR	저고도 항공기 탐지 : 40km " : 100km " : 50~150km " : 10~20km 저고도 및 Gap filler 용 저고도 항공기 탐지 : 50km	네덜란드, 한국 프랑스 이스라엘 스웨덴 영국 미국, 노르웨이	3D 레이다 3D 레이다
해안감시 레이다	TRS 3405/3410 GPS-100 MM/SPQ-3	해안 해상통제 : 70km 해안통제 및 감시 : 100km 해안감시	프랑스 미국, 한국 이탈리아	
중·장거리 대공 감시 레이다	TRS-2201 MARTELLO AR-320 AN/FPS-117 W-2100	장거리 대공 감시 : 460km " : 500km " : 500km " : 370km " : 400km	프랑스 영국 영국 미국, 한국 미국	3D 레이다 " " " " "
함정탑재 대공 레이다	SEA TIGER RAN 30S DA 08 AWS-5/6 AN/SPS-49 AN/SPS-48	중거리 대공 감시 : 100km " : 80~180km 중·장거리 대공감시 " : 240km 장거리 대공감시 장거리 대공감시	프랑스 이탈리아 네덜란드 영국 미국 미국	
항공기 탐재 감시 레이다	IGUANE AN/APS-134	잠수함 탐지 " : 60km	프랑스 미국	ATL-2 P-3C
	SLAR/SLAMMR SAR(AN/UPD-8/9, ASAR-2)	지상이동물체 탐지 및 영상첩보 : 70~150km 영상첩보 : 150km	프랑스, 미국 미국, 영국 프랑스 등	C-130 HU-25A RF-4C TR-1
	AN/APS-138/125 AN/APY-1/2	조기경보 레이다 조기경보 레이다	미국 미국	E-2C기 AWACS(E-3)
OTH 레이다	AN/FPS-118 Marconi OTH	초장거리 항공기 감시 : 2800km 저공항공기, 미사일, 함정탐지 : 300km	미국 영국	

을 통해 탐지거리 향상, 탐지확률 및 탐지정확도 향상등이 이루어져 왔습니다. 또한 일부 성능을 추가하여 저고도 저속 헬기탐지 및 우군의 포병사격 유도등의 기능을 수행토록 발전되고 있습니다.

* 저고도 탐지레이이다

저고도 항공기의 위협이 증가함에 따라 산악지형에서도 정확한 탐지, 추적이 가능하고 ECCM 능력이 양호하며, 전방 방어지역 대공 무기에 표적교전 우선순위를 제공할수 있는 레이다로 성능을 향상시키고 있습니다.

최근에는 2차원 레이다 보다는 3차원 레이다가 보다 효율적인 것이 증명되어 미국의 FAAD 체계에는 저고도 3차원레이이다(LASR)가 채택된 것으로 알려져 있습니다. 운용면에서도 Netted개념을 적용하는 방향으로 발전되고 있습니다.

* 중·장거리 대공감시레이이다

중·장거리에서 적의 항공기 활동을 포착, 경보해 줌으로써 조기경보 역할을 담당할수 있는 레이다로서, 작은 레이다 표적 단면적을 가진 표적을 탐지해야 하고 ECCM 능력이 우수한 3차원 레이다가 대부분 운용되고 있습니다. 탐지거리 향상, 탐지 및 추적능력 증가

및 우군 항공기의 요격, 관제 기능을 수행하는 레이다로 발전시키고 있습니다.

주기능면에서는 중장거리 감시레이이다와 차이가 있지만, Patriot의 AN/MPQ-53 레이다는 100km에서 적 미사일을 탐지, 추적함은 물론 여러발의 미사일을 동시에 유도요격이 가능한 최신의 3차원 레이다입니다.

* 항공기탑재 감시레이이다

항공기탑재 감시 레이다에는 SLAR/SLA MMR 및 SAR(Synthetic Aperture Radar : 합성 개구면 레이다) 같은 영상정보를 제공하는 레이다와 조기경보가 주목적인 장거리 감시 레이다가 포함됩니다.

최근의 SLAR 2000이나 SLAMMR는 다기능모드(MTI모드, Synthetic Aperture모드, 고정물체 탐지모드등)를 보유하고 있으며, 미국 육군과 공군에서는 협동으로 전선 100km 우군쪽을 비행하면서 적측 100km 정도의 지상 상황을 탐지하여 실시간으로 지상에 송신함으로써, 적군에 대하여 항공기, 미사일 및 포사격을 실시할수 있는 전투정찰 공격시스템인 JSTARS를 개발중에 있으며, 표적 탐지레이이다는 SLAMMR인 것으로 알려져 있습니다.

SAR는 20~150km 전 지역을 관찰하면서

Reporter 저고도 탐지(40km) 레이다(2차원)

REPORTER

Alerting and cueing system highly mobile

- 40 km range X band radar
- weapon control functions
- Target Data Receivers*



구 분	운 용 목 적	운 용 레 이 다	특 성
	표적획득/전장 감시 레이다	• RASIT • AN/TPQ-36/37 • 전술 SAR(Mini SAR)	• 군단급이하 제대운용이 효과적 • 전방지역 인원, 차량, 포진지 탐지
군단급	군단급 감시 레이다	• MR-1600 및 GPS-100 • LASR, REPORTER AN/TPS-65, DA-05 • AN/APS-134	• 저고도 항공기 및 함정/잠수함 탐지가 주목적 • Netted 운용이 효과적 • 저고도 항공기 탐지는 3차원 레이다가 보다 효과적
야전군급	야전군급 감시 레이다	• SLAR/SLAMMR • AN/FPS-117급 • GPS-100급 • 단거리 OTH • Mini SAR	• 중장거리 감시능력 보유 • 전술적 조기경보 제공능력 보유 • 항공기 탑재레이디다 일부 보유
국가차원	전략 조기 경보용 레이다	• SAR • AWACS(AN/APY-1) • OTH(AN/FPS-118급)	• 적 후방지역 활동 및 장거리 공중감시로 전략 조기경보제공 • 복합 무기체계로 구성되고 고가 • 초장거리 항공기, 미사일 및 함정 감시기능 보유 • 선진국의 主 조기경보체계

레이디다 체계별 성능 및 특성

이동 및 고정물체의 영상첩보를 제공하는 레이다로서, 항공기나 인공위성에 탑재되어 운용되고 있습니다. SAR의 최근 발전추세는 높은 해상도로 지상 1m정도 크기의 물체를 식별할수 있으며, RPV에 탑재하여 적 전선지역의 표적을 포착할수 있는 전술용 SAR를 개발중에 있습니다.

공중 조기경보 체계인 AWACS(E-3A) Sentry나 E-2C Hawkeye에 탑재된 AN/APY-1/2 레이다와 AN/APS-138/125레이다는 장거리 공중감시 레이다 입니다. 탐지거리는 400km 이상이며, 항공기 고도보다 높은 지역 및 낮은지역을 모두 감시할수 있습니다. 최근에는 해상표적까지 탐지할수 있도록 기능이 보강되었습니다.

• OTH 레이다

수평선 너머의 함정이나 적 항공기 및 미사일을 탐지할수 있는 레이다로서, 탐지거리는 수천 km에 달하며 HF 주파수 대역을 사용하고 있습니다. 비교적 짧은 거리의 수평선 너머 표적을 탐지할때는 바다표면을 송신경으로 이용하고, 수천km 거리의 표적을 탐지할 때는 전리총에 대한 반사파를 이용합니다.

이 레이다는 지상에 설치하여 Monostatic 및 Bistatic으로 운용하며, 함정에 탑재시킬수도 있습니다. 선진국인 미국, 영국 및 소련에서 개발 운용하고 있으며, AWACS나 인공위성과 같은 高價의 탑재수단 대신 지상설치로 초장거리 표적을 탐지할수 있는 이점을 갖고 있습니다.

체계운용 특성 분석

• 레이다 체계 구분

전장감시/조기경보 체계 구축을 위한 레이다 분야 방향설정은 우리의 전장환경과 여건을 고려해야 하며 운용목적, 운용제대, 획득하고자 하는 표적정보 또는 정후에 따라 구분되어야 하는 것이 바람직합니다.

이에 따른 레이다 체계별 성능 및 특성과 장비운용부대 중심으로 크게 구분해보면 위의 <표>와 같습니다.

• 레이다 체계별 특성

* 표적획득 및 전장감시 레이다 체계

군단급이하 제대에서 적 전술표적에 대한 정보획득과 비행중인 포탄 탐지에 의한 적 발



금성정밀이 자체 기술로 제작하여 화제가 되고 있는 GLAS-830M 저고도 탐지레이이다

사포대 위치 포착으로 우군의 대포병 사격 운용에 적합한 레이다 체계입니다.

이에 적합한 레이다는 전장감시용의 RASIT 및 표적 획득용 AN/TPQ-36/37으로서, 전방 10~40km 지역의 적 활동에 대한 정보를 수집하는데 운용됩니다.

최근 선진국에서 RPV에 탑재하여 적 전방 지역을 정찰, 감시할 수 있는 소형 합성 개구면 레이다(Mini SAR)를 개발중에 있으며, 개발이 완료되면 RPV에서 송신하는 레이다 영상정보를 통해, 적 군단급 예하 지역을 사진처럼 실시간 감시가 가능해질 것입니다.

*군단급 감시레이이다 체계

여기서는 해안, 대공(저고도) 및 해상 감시 레이다가 포함되며, 적의 함정 및 잠수함 활동 탐지나 저고도 침투 위협에 대처하기 위한 단거리 탐지레이이다로 구성됩니다.

최근 미국에서는 전방지역 대공방어를 위해 저고도 3차원 레이다(LASR)를 결정함으로써, 정확하고 신속한 적 항공기 탐지, 추적으로 대응 능력을 향상시킬 수 있게 되었습니다.

*야전군급 감시레이이다 체계

야전군급 감시레이이다 체계는 군단급 감시 레이다 체계보다는 원거리의 적지상, 해상 및 공중활동을 감시할 수 있으며, 주로 전술적 징후(위협징후) 제공이 가능합니다.(以下 생략)

*전략 조기경보(징후)용 레이다 체계

적 후방지역의 활동이나 장거리 적 공중감시 및 초장거리 적 해상활동 감시를 통해 전략적인 조기경보 징후를 포착할 수 있는 레이다 체계입니다. 비교적 복잡하고 최신의 무기체계인 동시에 고가이며 대부분 항공기에 탑재되어 운용되고 있습니다.

SAR는 항공기 및 인공위성에 탑재되어 적 후방지역의 지상활동이나 군사시설 등을 탐지하여 실시간 영상처리 함으로써, 지상 Station에서는 약 1m 크기 정도의 지상물체도 식별이 가능합니다. AWACS에 실려있는 AN/APY-1 레이다는 조기경보용 항공기 탑재 레이다로 적 후방지역의 공중활동 및 해상활동 감시가 가능합니다.

또 초장거리 OTH 레이다는 Sky Wave를 이용하여 수천 km 떨어진 적의 비행장이나 해상활동을 24시간 전천후 탐지 및 감시할 수 있으며, 이러한 레이다 체계는 현재 미국, 호주를 비롯한 선진국에서 조기경보용으로 운용되고 있습니다.

체계 구축 방안

• 현실태 및 주요 레이다 획득계획(생략)

• 문제점

*저고도 감시 및 표적획득 능력 미흡

북한의 저고도 위협에 대처하기 위한 저고도 감시능력 확보가 미흡한 실정이며, 전장감시용 및 포병 표적획득 레이다 수량도 부족한 것으로 판단됩니다.

최근 미국 육군은 전방지역 각종 무기체계의 통합 운용과 관련하여 레이다는 Netted 운용개념으로 발전시키고 있습니다.

향후 전장감시 및 표적획득 능력 확대를 위해 관련 레이다 소요량을 적절히 재평가하고, ○○ 및 ○○ 대공무기의 획득을 전제로 효과적인 전방지역 대공방어체계를 구축하기 위한 레이다 체계의 종류와 적절한 소요량 검토가 이루어져야 할 것으로 생각됩니다.

*레이이다에 의한 전략 조기경보 능력 不在
(以下 생략)

· 획득방안

획득방안에는 해외구매, 기술도입생산 및 국내 연구개발로 구분되며, 기술적인 능력, 경제성 및 소요시기등을 고려하여 검토하고자 합니다.

* 해외구매

최첨단 장비로 기술적으로 접근이 불가능하고, 소량인 SLAR/SLAMMR, AN/APY-1/2(AWACS), AN/APS-134(P-3C) 및 초장거리 OTH레이이다등은 해외구매가 바람직할 것으로 봅니다.

* 기술도입생산

국내 개발시 개발비 및 개발기간이 과다 소요되고, 기술적으로 기술도입 생산이 가능한 레이다는 주요 기술습득 및 정비유지 차원을 고려해서 기술도입 생산으로 추진함이 바람직할 것입니다.

* 연구개발

경제성이 있으며, 국내개발이 가능한 레이다 체계인 2차원/3차원 저고도 탐지레이이다등은 국내개발이 바람직한 것으로 판단됩니다.

· 구축단계

전장감시/조기경보의 독자적 구축은 자주 국방을 실현하는 실질적인 단계이며, 한반도의 특수한 군사 대치상황과 단기 속도전인 현대전을 고려할때 전장감시/조기경보의 능력 확보는 필수적입니다.

또한 우리나라의 경제규모와 기술수준 및 주한미군의 정보자산 철수에 대한 사전준비

합성 개구면 레이다(SAR)



등을 고려할때, 독자적인 정보 전력을 건설해야 할 시기가 도래되었다고 판단됩니다.

전장감시 및 조기경보의 레이다 체계구축 단계도 이러한 내용을 고려하여 4개 단계로 구분하고자 합니다.(以下 생략)

맺는 말

선진국에서는 운용측면에서의 효율화를 위해 레이다의 Netted 운용 및 JSTARS나 전술용 소형 SAR체계를 개발하여 전술부대의 전장감시 및 타격능력을 증대시키기 위해 노력하고 있습니다.

장차의 독자적인 전장감시/조기경보 체계 구축을 위해 단기 및 중기적 관점에서 표적획득 및 감시레이이다를 획득하여 Netted 운용 개념을 적용 C³1에 연동시키고, 장기적인 관점에서 미군의 정보자산 철수와 연관하여 조기경보용 레이다 및 초장거리 탐지레이이다를 획득함이 바람직할 것입니다.

특히 저고도 및 중거리 대공감시를 위해서는 항공기나 미사일을 효과적으로 탐지, 추적이 가능한 3차원 레이다를 사용하고, 상당거리의 적 지역에 대한 효과적인 지상감시를 위해서는 SAR 체계를 발전시켜 운용해야 할 것입니다.

또한 체계소요, 체계구축 용이성, 경제성, 국내기술 축적 및 산업파급 효과와 체계정비 유지를 고려하여 레이다 획득방법을 설정하되, 북한의 저고도 위협에 대처하기 위한 효과적인 전방지역 대공방어 레이다 체계구축을 위해서는 LASR급의 저고도 3차원 탐지레이이다의 개발추진과 장기적인 면에서 레이다에 의한 전장감시/조기경보의 주요부분인 영상첩보/정보 제공의 주된 역할을 담당하는 SAR 개발을 고려해 보아야 할 것입니다.

또한 선진국에서 보다 경제적인 장거리 해상감시용으로 새롭게 부각되고 있는 지표파를 이용한 전술용 OTH에 대한 연구개발을 고려해봄이 바람직스러울 것으로 생각됩니다.*