

# 한국형 단거리공대공 유도탄 개발을 위한 기술분석 및 개발방안 연구

정세영<sup>1†</sup> 박인철<sup>2</sup> 조경환<sup>3</sup> 박기순<sup>4</sup>

## 내용목차

1. 서론
2. 단거리공대공 유도탄 발전 및 운용현황
3. 단거리공대공 유도탄 체계기술 분석
4. 국산화 개발전략
5. 결론

---

1† LIG넥스원 PGM1연구센터 수석연구원  
(교신저자 Tel: 031-8026-4173 E-mail: syjeong@lignex1.com)

2 LIG넥스원 PGM1연구센터 선임연구원

3 LIG넥스원 PGM1연구센터 선임연구원

4 건국대학교 산업대학원 방위사업학과 교수

논문접수일: 2013년 11월 20일 게재확정일: 2013년 12월 17일

논문수정일: (1차: 2013년 12월 8일)

## **A Study on the Technical Trend of and Domestic Infra Analysis for SRAAM (Short-Range Air-to-Air Missile) Development**

Jeong, Se Young<sup>1†</sup>, Park, InCheol<sup>2</sup>, Jo, KyeongHwan<sup>3</sup>, Park, Ki Soon<sup>4</sup>

### **Abstract**

SRAAM (short-range air-to-air missile) plays an important role in a fighter's performance in air combat, and SRAAM performance is being improved through missile component improvement, such as the seeker, propulsion, guidance, and thrust vector systems. The domestic SRAAM development capability is being matured by the technology obtained from anti-air and anti-ground missile development and KTX-1/T-50 aircraft development. This paper analyzes the technical characteristics and performance of the SRAAM system and missile component, and presents a domestic air-to-air missile development strategy based on a foreign country's air-to-air missile development history, the domestic guided-missile development capability, and T&E facility analysis.

The parallel development of the domestic SRAAM with KF-X will bring forth efficient results in terms of the development time and cost. Thus, this paper analyzes the domestic SRAAM development technology with regard to the avionic arming system and the air-to-air missile, testing infrastructure, and parallel development plan with the KF-X project.

**Keywords:** *AAM (air-to-air missile), SRAAM (short-range air-to-air missile), HMD (helmet-mounted display), MRAAM (medium-range air-to-air missile)*

## 1. 서론

공대공 유도탄(AAM, Air-to-Air Missile)은 비행기에서 발사되어 적 비행기를 격추시키는 유도무기로서 1950년대 말부터 운용되기 시작한 이래 공중전의 우위를 확보하는데 필수적인 무기체계로서 역할을 수행하여 왔다. 공대공 유도탄은 운용거리에 따라 단거리 및 중거리 공대공 유도탄로 분류되고, 유도 방식에 따라 수동호밍(passive homming), 반능동호밍(semi-active homming) 및 능동 호밍으로(active homming)으로 구분된다. 단거리 공대공 유도탄은 조종사가 육안으로 식별 가능한 표적에 대한 격추를 목적으로 약 20km 범위 내의 사거리를 보유하고 있으며, 주로 수동 호밍 방식이 적용된다. 중거리 공대공 유도탄은 항공기 탑재레이더에 의해 탐지 추적되는 원거리 적항공기에 표적 격추를 목적으로 장착되고 20km 이상 100km 범위의 사정거리를 갖추고 있으며 주로 능동호밍 방식이 적용된다.

현재 공대공 유도탄은 첨단 기술들이 복합적으로 적용되고 있으며, 공대공 유도탄의 사거리 증가, 탐색기 성능 발전과 유도조종 기법 및 속도증가로 전투 성능이 크게 발전하였다. 미래의 공중전은 공대공 유도탄의 성능에 많은 영향을 받을 것으로 예상된다. 공대공 유도탄의 성능은 전투기의 전투능력 향상에 절대적 영향을 미치는 요소로 작용한다 [1]. 최근의 단거리공대공 유도탄은 HMD<sup>1)</sup>와 연동됨으로써 시계 내에서 교전 방법이 더욱 다양해지고 근접전 전투력이 크게 향상되고 있다. 항공기의 기본무장인 공대공 유도탄 체계 개발은 전투기와 연계되어 개발, 제작, 시험되는 특징으로 인해 현재까지 전투기의 생산국을 중심으로 독자적인 전투기 개발생산이 가능한 국가들이 체계 개발을 주도하고 있다. 공대공 유도탄은 미국의 Raytheon, 유럽의 MBDA, 이스라엘의 Rafael, 러시아의 빔펠(Vympel)에서 주도적으로 개발 생산하며, 중국, 남아프리카 공화국, 독일, 스웨덴, 대만 등이 후발 주자로 생산능력을 보유하고 있다. 이와 같은 개발 여건으로 인해 한국은 공대공 유도탄 개발 경험은 없으나, 최근 항공기 플랫폼 측면에서 KTX-1 및 T-50 훈련기 개발 기반으로 한국형 전투기 KF-X 탐색개발을 수행하여 독자적인 전투기 개발 사업을 추진할 수 있는 능력을 갖추고 있으며, 또한 유도탄 측면에서는 지대지 유도탄, 중거리 지대공 유도탄 및 함대함 유도탄 개발 경험으로 축적된 기술을 활용하여 공대공 유도탄을 개발할 수 있는 기반 기술을 갖추고 있어 공대공 유도탄 개발을 착수할 수 있는 시점에 도달해 있다.

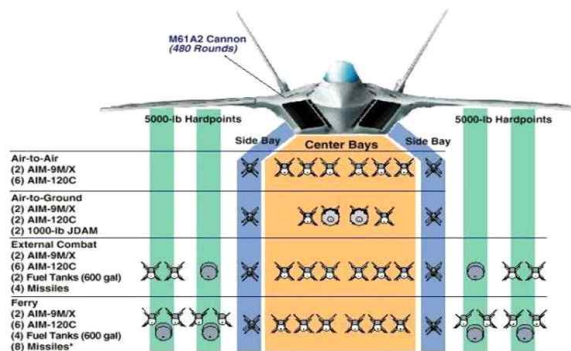
한국형 전투기 개발에 있어 항공무장 계통 개발 및 이와 연동하여 운용할 수 있는 공대공 유도탄 개발은 한국형 전투기 개발 사업의 핵심적인 요소로써 그 중요성이 점점 더 증대되고 있으며, 공대공 유도탄 국산화는 한국형 전투기 개발의 핵심 요소로 한국형 전투기 개발과 연계한 국내 공대공 유도탄의 개발이 요구되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 단거리 공대공 유도탄의 발전 경향 및 운용현황 분석, 공대공 유도탄 체계기술 분석을 통하여 한국형 단거리 공대공 유도탄 개발 시 적용해야 할 성능 요소를 분석하였고, 공대공 유도탄 개발 관련하여 KF-X 사업과의 연계 추진 방안을 제시하였으며, 또한 단거리 공대공 유도탄 핵심기술 요소 분석 및 개발 인프라 구축 현황을 바탕으로 단계적 접근 방법 적용을 통한 단거리공대공 유도탄 개발 가능성을 보였다.

1) HMD : Helmet Mounted Display

## 2. 단거리공대공 유도탄 발전 및 운용현황

### 2.1 단거리공대공 유도탄 개발 및 발전

2차 세계대전 당시 공대공 전투는 항공기에 장착된 기관총을 사용하여 조종사의 조준 사격에 의해 수행 되었으며, 조종사가 항공기 조종과 조준 사격을 동시에 수행해야 하는 부담과 기관총 자체 화력의 한계가 문제점으로 부각되었다. 이에 미 해군은 해군의 전투기에 탑재하고 공중요격이 가능한 유도탄을 개발하고자 하였으며, 제트 항공기의 엔진에서 나오는 열원을 탐지/추적하여 표적을 격추하는 유도 유도탄 개발을 착수하였다. 초기 개발된 AIM-9B 사이드와인더는 적외선 탐색기(seeker)가 외부의 열원을 감지한 후 적기 포착을 알리는 가청음을 제공해 발사준비가 되었음을 알리는 형태로 개발 운용되었으며, 이후 적외선 유도방법을 사용한 AIM-9B의 개발 성공은 항공전력 운용에 있어 유도탄 시대가 도래를 알리는 하나의 촉발제가 되었다. 단거리공대공 유도탄은 초기 개발 56년 이후 40여년이 지난 지금까지 많은 개량을 거쳐 발전하였으며 현재에도 전투기의 기본 무장으로 그 자리를 확고히 하고 있다. <그림 1>은 F-22에 장착된 AIM-9 유도탄 장착 상태를 보여주고 있다.



<그림 1> F-22항공기 AIM-9 무장장착

단거리 공대공 유도탄은 1950년대 처음 개발된 이후 공대공 및 공대지 임무를 수행하는 전투기에 장착되는 기본 무장으로 지속적인 사거리 증대, 탐지/추적 능력 향상, 운용 성능 향상을 가져왔다. 단거리공대공 유도탄 발전은 <표 1>과 같이 5단계로 구분하여 발전 경향을 분석할 수 있다. 최근의 4세대, 5세대 단거리공대공 유도탄의 특징은 2중 주파수 대역의 영상탐색기를 적용하여 표적 탐지기능을 향상하였으며, HMS(Helmet Mounted System)을 적용하여 90도 이상의 Off-Sight에서 접근하는 표적에 대해서도 공격 가능한 성능을 갖추고 있다.

<표 1> 단거리공대공 유도탄 발전 경향

구분		1세대	2세대	3세대	4세대	5세대
기술 특징	표적 획득/발사	표적 후미	표적 후미	전방향	전방향	전방향 (LOAL)
	기동성/사거리	저기동성 3.5km	저기동성 6km	기동성 향상 7km	50G 이상 (추력편향)	50G 이상 (추력편향)
	IRCCM 능력	미보유	미보유	미보유	보유	보유
	탐색기 특징	S-Pb 소자	냉각 방식 적용	중적외선 적용	적외선 영상 2중 주파수	
	운용자 인터페이스	-	-	-	-	HMS 연동 후방 교전
종류		PL-2	AIM-9D PL-7	AIM-9L/ M AA-8	Python-4 AA-11	AIM-9X Python-4 AAM-5

### 1) 1세대

대표적 유도탄은 AIM-9A/B로 S-Pb(황화납) 소자로 구성된 탐색기를 사용하여 전투기 엔진 노즐에서 발생하는 고온의 배기열만을 탐지할 수 있어 후미에서 발사하여야 했고, 또한 태양과 25도 이상의 각도를 두고 발사해야만 하는 제약 사항이 있었다. 2G 이상의 기동 중 발사할 수 없으며, 사거리는 3.5km 정도로 제한되었다.

### 2) 2세대

대표적 유도탄은 AIM-9D로 아르곤 냉각제로 Seeker를 냉각시킴으로 적외선 노이즈를 감소시킬 수 있었으며, 신형 로켓모터 사용으로 속도를 M1.7에서 M2.5로 향상시키면서 사거리가 최대 6km까지 연장되었다.

### 3) 3세대

대표적 유도탄은 AIM-9L/M로 InSb(인듐안티몬) 소자로 구성된 Seeker 사용으로 중적외선(3.6~5.2 $\mu$ m) 대역 포착이 가능하고 기체와 공기와의 마찰열을 포착할 수 있게 됨으로써 전방위 공격능력을 갖추게 되었다. 탐지범위가 최대 25도로 확장되고 하방 공격이 가능해졌다.

### 4) 4세대

대표적 유도탄은 이스라엘 Python-4로서 표적 획득 및 포착, 유도탄 발사 범위가 확대되고, 플레어와 같은 기만책에 대한 대응능력(IRCCM)이 향상되었다.

## 5) 5세대

대표적 유도탄은 AIM-9X로 2중 주파수 대역 혹은 적외선 영상 탐색기를 사용하고, HMS와 연동을 통해서 90도 이상의 오프보어사이트 교전능력을 가지게 된다. 관성항법 장치와 HMS 등의 기술 발전을 토대로 LOAL<sup>2)</sup> 모드로 교전 시 후방으로 지나쳐가는 적기를 격추할 수 있는 능력을 가지며, TVC<sup>3)</sup>, JVC<sup>4)</sup> 등의 추력편향기술을 적용, 보다 강한 복합재로 이루어진 동체 설계를 통해서 50G 이상의 기동이 가능하며, 광학근접 신관과 파편집중형 탄두를 사용하여 위력을 극대화하고 있다.

단거리 공대공 개발은 4세대 및 5세대 단거리공대공 유도탄 가지는 전투반경, 플레이어 대응능력 및 HMS 연동 기능을 기본적으로 갖추고 있으며, M2.5 이상의 고기동 표적에 대응할 수 있는 TVC 및 JVC 등의 추력편향 기술을 적용하고 있다.

## 2.2 국가별 단거리공대공 유도탄 개발 및 특징

<표 2>는 현재 운용중인 대표적 단거리공대공 유도탄의 전력화 시기 및 성능 특성을 나타내고 있다. 현재 실전 배치되어 운용중인 공대공 유도탄은 사거리가 20km까지 확대되었고, 탐색기 시야각이 최대 90도 정도까지 확대되었으며, 속도 Mach 2.5이상, 50G이상 100G까지의 기동 성능을 갖추고 있다.

<표 2> 주요 단거리 공대공 유도탄 특성 및 성능

국가	모델	전력화	주요 특성 및 성능		
			사거리	유도방식 FOV/MTR	속도/기동력
미국	Aim-9M	'82	7Km	적외선 ±40도/20°/s	2.5 Mach
	Aim-9X	'02	17Km	적외선영상 ±90도/-	2.5 Mach
영국	ASRAAM	'98	20Km	적외선영상 ±90도/100°/s	-/ 100g
러시아	AA-11	'85	15Km	적외선 ±60도/60°/s	-/ 55g
이스라엘	PYTHON-5	'94	20Km	적외선영상 ±90도/120°/s	-/ 120g
독일	IRIS-T	'90	12km	적외선영상 ±90도/60°/s	/60g
일본	AAM-5	'04	35km	적외선영상	3 Mach/

2) Lock on after launch

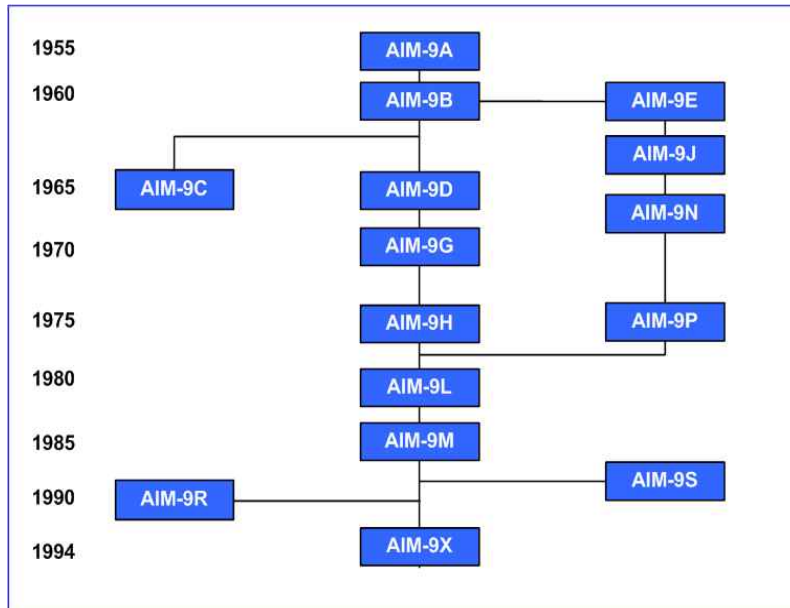
3) TVC; Thrust Vectoring Control

4) JVC; Jet Vane Control

### 1) 미국

미국은 항공기 제트기관에서 방사되는 열을 탐지/추적하는 수동호밍 유도방식의 AIM-9A를 최초로 개발하여 1956년에 양산형인 AIM-9B를 실전 배치하였고, 이후 성능 개량을 통하여 공군형의 E, J, N, P형, 해군의 D, G, H형 및 해·공군 통합형(L, M형)으로 나뉘어 발전하였으며, 탐색기 측면에서 초기의 AIM-9A/B는 적기 후방 배기열을 추적하는 방식에서 AIM-9L/M형부터는 기체와 공기의 마찰로 인해 발생하는 미세한 열을 감지해 표적의 전방향에서 적기와 교전할 수가 있도록 개량되었고, AIM-9X에서는 Focal Plane Array Sensor를 적용한 적외선 영상유도 방식이 적용되었다.

미국의 최신 AIM-9X은 조종사의 헬멧과 연동되어 조종사가 눈으로 확인할 수 있는 모든 공중표적에 대하여 항공기의 기동 없이 표적으로 유도탄을 발사 할 수 있도록 발사 반응 시간을 최소화한 특징이 있다. 탐색기와 조종사의 헬멧에 장착된 자동조준장치(JHMCS : Joint Helmet Mounted Cueing System)를 연동함으로써 긴 유효사거리와 넓은 탐지각을 갖도록 개발되었다. AIM-9X의 탐색기(Seeker)는 상하회전이 가능하여 통상 단거리 전투기동 구간인 약 20km 범위의 목표물을 탐지 및 파괴할 수 있으며, 고기동 유도 능력으로 인해 빠르고 급선회 및 목표탐지로 인해 목표물의 측방, 후방에서도 발사가 가능한 특징을 가지고 있다.

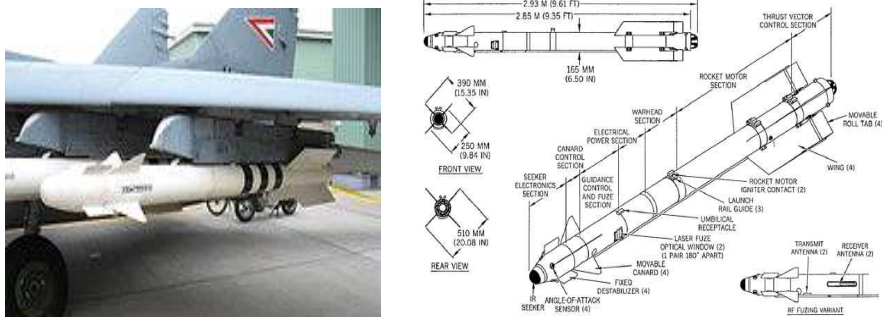


<그림 2> 미국 AIM-9 유도탄 발전 과정

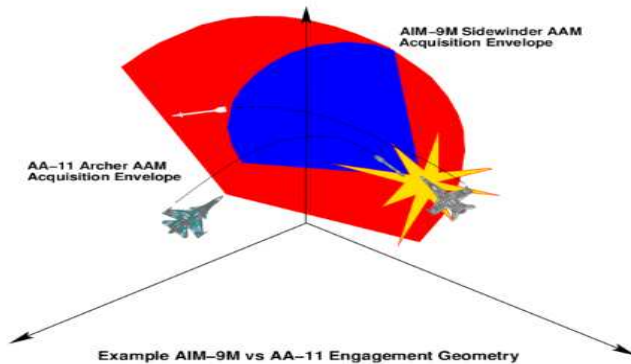
## 2) 러시아

러시아의 단거리공대공 유도탄은 1970년대 후반에 개발을 시작하였으며, 1987년경에 작전 배치된 것으로 판단되는 AA-11(Archer)로 기동성이 뛰어난 서방의 전투기를 근접 요격할 수 있도록 개발되었다.

AA-11은 항공 역학적인 성능과 추력방향 제어능력의 결합으로 기동성이 뛰어나고 전방향 표적 요격이 가능한 특징을 가지고 있다[2]. AA-11은 요격 최종단계에서 조준점을 재 연산하여 항공기의 엔진대신 동체를 요격하도록 하는 알고리즘이 적용되었으며, 후방에 있는 표적 요격을 위해 전방 발사 후 180도 선회가 가능한 특징이 있으며, 받음각 40°까지 기동할 수 있도록 해주는 복잡한 조종 시스템을 탑재하여 편이각 범위의 표적에 대해 고도의 기동성을 갖고 대응할 수 있다. <그림 4>는 AA-11과 AIM-9M의 전투 반경을 비교한 그림으로 AA-11을 헬멧조준기와 결합해 운용할 경우 근접공중전에서 AIM-9M보다 우수한 성능을 나타냄을 보여주고 있다[3].



<그림 3> AA-11 Archer 외형



<그림 4> AA-11과 AIM-9M 교전 영역비교[3]

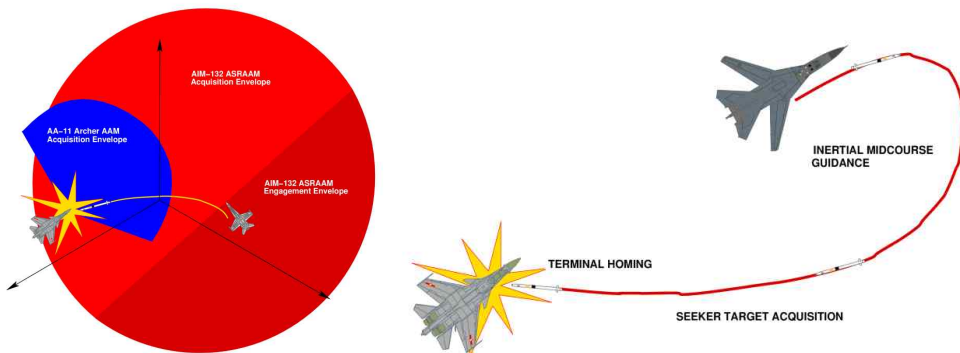
### 3) 영국

ASRAAM<sup>5)</sup>은 1982년 유럽의 영국, 독일, 프랑스가 공동으로 개발 착수를 시작하여 1992년 영국에서 개발을 완료한 공대공 유도탄으로 ASRAAM의 주요 특성은 전방향(all-aspect)의 표적에 대한 교전이 가능하다. 표적 추적 및 유도 시 적외선 영상 탐색기 외에 관성 항법 장치를 결합하여 비가시 환경에서도 관성 유도 방식으로 표적을 유도할 수 있어 전방향 공격이 가능하며, 발사 전 또는 발사 후 적외선 탐색기가 표적을 Lock-on 할 수 있는 특징이 있다[4].



<그림 5> ASRAAM 외형

ASRAAM은 레이더 혹은 헬멧 조사 시스템을 통해 HUD에서 표적 정보를 얻는다. 현행 Sidewinder나 ASRAAM 유도탄을 발사할 수 있는 모든 항공기에서 발사할 수 있는 호환성을 유지하고 있다.



<그림 6> ASRAAM 교전 영역 및 후미표적 교전개념[4]

5) ASRAAM; Advanced Short Range Air-to-Air Missile

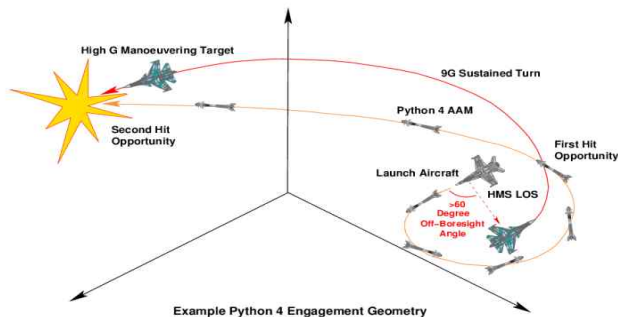
#### 4) 이스라엘

Python 5는 이스라엘 라파엘사에서 개발한 5세대 단거리공대공 유도탄으로 공대공 (Air to Air) 및 지대공(Surface to Air)에 동시에 적용 가능하도록 개발되었다.



<그림 7> Python 5 외형

Python 5에 적용된 탐색기는 이중 주파수 영상 및 초점면 배열(FPA) 기술을 적용하여 표적과 배경을 영상으로 구분하여 인식할 수 있어 주야간 목표식별 및 하방표적 교전이 가능하고, 높은 IRCCM<sup>6)</sup> 성능을 구비하였다. 기동성에 있어 전방부에 가동식 카나드 8편을 장착하여 TVC를 장착하지 않고도 종말단계에서 높은 기동성능을 유지할 수 있다. 표적 교전에 있어 전방향의 표적에 대해 발사가 가능하고, 항공기와 목표물의 위치에 상관없이 표적 교전을 수행할 수 있으며, 가시선 외(BVR) 표적에 대한 공격이 가능하고, 항공기에서 표적 정보를 유도탄에 전달할 수 있어 LOAL이 가능한 성능을 보유하고 있다[5].



<그림 8> Python 교전도[4]

#### 5) 독일

IRIS-T<sup>7)</sup>는 1990년 독일 통일 이후 동독에서 보유하고 있던 러시아의 AA-11의 성능 특성에 영향을 받아 개발되었다. IRIS-T는 AA-11의 추력편향(thrust vectoring)기술을 적용한 고기동성 및 우수한 탐색기 성능을 수용하여 미국의 AIM-9의 기능을 대폭 개량

6) IRCCM : Infra-Red Counter-Counter Measures

7) IRIS-T; Infra-Red Imaging System Tail/Thrust vector-controlled

한 특징을 가지고 있다. IRIS-T는 높은 ECM 대항능력, 목표물 식별능력, 플레어 극복능력, 고도의 근접전 능력을 갖고 있으며, 사이드와인더 AIM-9L 유도탄 보다 5~8배 더 사거리가 긴 HEAD-ON 발사능력을 갖고 있다.



<그림 9> IRIS-T 외형

## 6) 일본

AAM-5는 AA-11(아처)에 대응되는 무기로 개발을 착수하여 중국이 러시아제 SU-27 전폭기를 대거 도입하는 시점에 중국의 공군력 강화에 대응할 목적으로 AAM-5의 개발을 시작하였다. AAM-5의 탐색 성능은 탐색기 개량을 통한 시야각의 확대 외에 초점면 배열(focal plane array)방식의 다중 탐색 소자를 통한 적외선 영상 추적 방식을 적용하여 플레어 같은 적외선 방해에 대응할 수 있다.

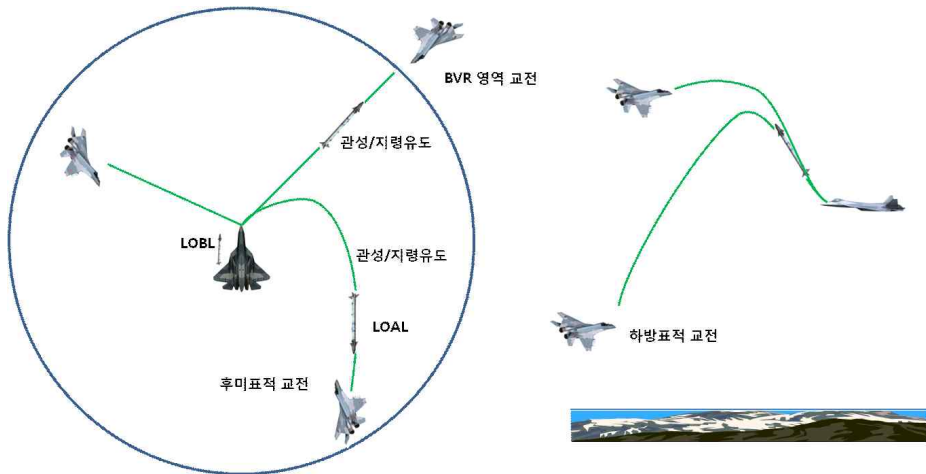
1990년 개발된 공대공 유도탄(AAM-3)와는 달리 카나드가 없으며, TVC(Thrust Vector Control, 추력 편향 제어) 방식으로 높은 기동력을 가졌고, 유도탄 조종은 유도탄 후단부의 작은 날개로 한다. 또한 유도탄 중앙부에 전면 확장 브레이크가 붙어 있어 비행 안정성을 높은 특징이 있으며, 최대 20km 사정 거리를 가지고 있다[6].



<그림 10> AAM-5 TVC

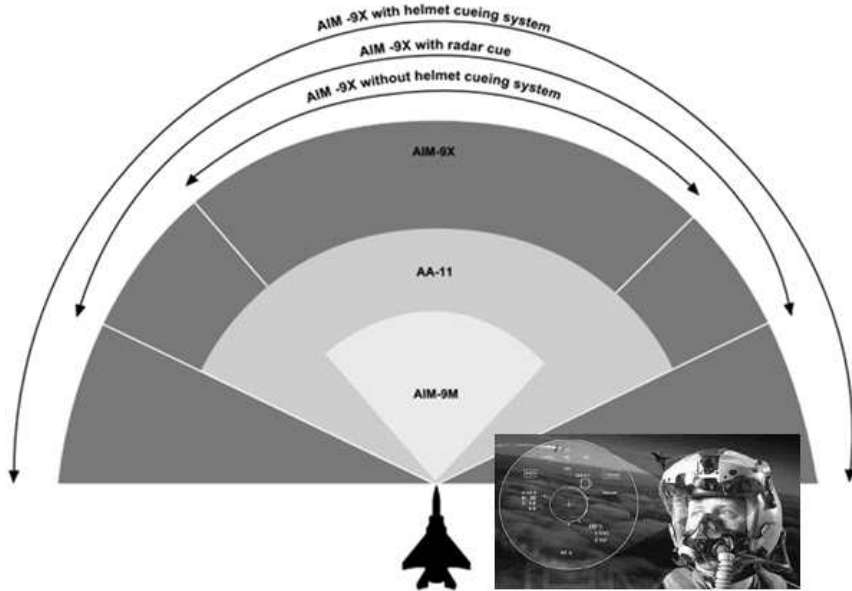
### 2.3 단거리공대공 유도탄 운용 경향

최근의 단거리공대공 유도탄 체계 운용 특징은 교전영역의 확대와 헬멧장착시현장치(JHMCS)를 통한 신속한 표적 확인 및 발사 수행을 특징으로 한다. 교전 측면에서 전방향 표적에 대한 공격 수행이 가능하고, 발사후 망각 운용(LOAL) 기능이 적용되어 후미 표적 및 가시선 밖(BVR) 표적 교전이 가능한 단거리공대공 유도탄이 운용되고 있다. 이는 공중전 수행 과정에서 조종사 조작범위를 최소화하고 신속한 유도탄 발사를 가능하게 함으로써 전투기 생존성 확보 및 교전범위 확대를 증가하고 있다.



<그림 11> 최근 공대공 유도탄 교전범위

조종사 인터페이스 측면에서는 과거에는 HUD에 전시되는 비행정보 및 교전 정보를 활용하여 공대공 임무를 수행하였으나, 근래에는 헬멧장착시현장치(JHMCS)를 통하여 공중근접전 중 조종석 내부계기를 참조하지 않고 전투기 및 유도탄과 연동된 조종사의 헬멧으로 교전관련정보의 획득 및 무기체계의 운용이 가능한 시현장치를 통하여 공대공 유도탄에 대한 발사를 수행한다. 유도기법에 있어서는 최근의 공대공 유도탄은 헬멧시현장치(JHMCS)와 연동하여 표적 위치정보 장입이 가능하고, 관성항법장치 및 항공기 지령유도를 통하여 가시영역 밖의 표적 및 후미표적과 교전이 가능하도록 발전하고 있다.



<그림 12> 헬멧시현장치와 연계한 작전범위 확대

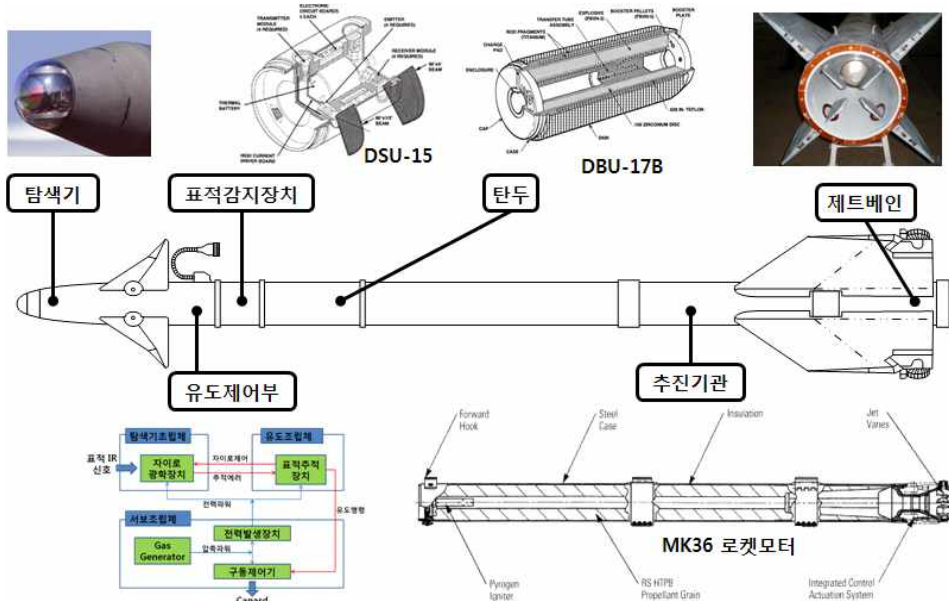
단거리공대공 유도탄의 탐색기는 과거 비행기의 제트엔진 배기구의 열을 추적하는 적외선 탐색기로부터 기체와 대기의 마찰로 발생하는 열에 의한 적외선 영상을 추적하는 적외선 영상 탐색기로 발전하고 있으며, IIR 기술 적용한 IRCCM<sup>8)</sup> 능력을 필수적으로 보유하고 있다. 탐색기의 적외선 센서부도 일자형 또는 십자형 배열 구조에서 광시각, 고분해능 및 고추적율의 초점면 배열(FPA)<sup>9)</sup> 방식 적용되고 있다. 유도탄 기동성능에 있어서는 기축선 방향으로 고정되는 엔진 추력에 대한 능동적 제어를 통해 엔진 추력으로 직접 기체를 제어 유도탄의 급격한 방향 전환을 가능하게 하는 추력방향제어를 공통적으로 적용하고 있으며, 고속기동 표적에 대한 교전을 위해 50G 이상의 높은 기동 성능을 나타내고 있다[7].

### 3. 단거리공대공 유도탄 체계기술 분석

단거리공대공 유도탄은 탐색기를 포함한 유도제어부와 표적감지장치, 안전무장장치(Safety-Arming Device) 신관 및 탄두, 추진기관, 추력편향장치 및 날개로 구성된다. 최근의 단거리공대공 유도탄은 항공기-유도탄 간 무선링크, 적외선 영상처리 기술, 광학신관 및 추력편향 기술을 적용하여 발사 후 망각(Fire and Forget), 정밀유도 및 타격을 효과적으로 달성할 수 있도록 발전하고 있다.

8) IRCCM : Infra-Red Counter-Counter Measures

9) FPA : Focal Plane Array



<그림 13> 단거리공대공 유도탄 체계 구성

### 3.1 탐색기 및 유도제어 장치

유도제어부는 표적의 탐지 및 표적까지 유도탄을 표적지까지 유도하는 기능을 담당하는 부분으로 탐색부, 표적유도 알고리즘을 수행하는 제어부 및 날개를 제어하는 구동부로 구성된다. 탐색부는 적외선 영상처리 기술(IIR) 및 광학자이로를 적용하여 자세 정밀도 향상되고 있으며, IRCCM 성능이 향상되었고, 다양한 기상 및 적외선 배경 조건 하에서 표적 탐지 및 추적 성능을 향상하는 방향으로 발전하고 있다. 또한 유도기법 측면에서 발사 후 망각(Fire and Forget) 기능을 강화하기 위해서 항공기와 유도탄 간 무선 데이터 링크 및 관성항법 장치가 유도탄에 적용되고 있다.

### 3.2 표적감지 및 탄두/신관

표적감지 및 탄두/신관은 표적이 격추범위 내에 위치할 경우 이를 감지하여 파괴하는 장치로 표적감지장치(Target Detectors), 신관, 안전/무장장치(Safety & Arm Device) 및 탄두로 구성된다. 최근 성능 개량된 AIM-9X Block II에는 능동형광학탐지장치, 전자식 신관이 적용되고 있다. 탄두 분야 폭풍형 지향성 탄두가 적용되고 있다.

### 3.3 추진기관

추진기관은 비행체를 표적까지 보내는데 필요한 에너지를 공급하는 기능을 담당하며 추진제 모터 점화기 노즐로 구성되어 있다. 사이드와인더를 비롯한 대부분의 유도탄은

고체추진제를 사용하는데, 고체추진제는 매우 빠른 속도를 얻기에는 충분한 성능을 가지지만 별도의 산화제를 이용해야 하므로 탑재량이 많아 질 수 없어서 단거리 고속 항공기용 유도탄의 추진제로 많이 쓰인다. 모터는 추진제를 담은 일종의 엔진이며 발사명령을 받아들여 추진제의 발화를 시작하는 점화기를 작동시키는 역할을 하며, 노즐은 분사구로서 적당한 출력을 만들어 낸다.

### 3.4 추력편향제어(Thrust Vector Control)

추력편향제어 방식은 유도탄의 엔진 추력의 방향을 한쪽으로 치우치게 하여 유도탄의 비행 방향을 바꾸는 방식으로, 최근의 단거리공대공 유도탄에는 발사 직후에 급격한 방향전환으로 고기동 표적 격추를 효과적으로 수행하기 위해 추력편향제어가 공통적으로 적용되고 있다. 추력편향제어 방식으로는 Jet Vane 방식과 Jet Tab 방식이 적용되고 있다. 제트 베인(Jet Vane)방식은 초창기 방식이면서 현재도 널리 적용되고 있는 방식으로 AIM-9X, MICA, IRIS-T, ESSM, 그리고 우리나라의 홍상어에 적용되고 있다. 러시아 Archer-11에 적용된 Jet Tab 방식은 탭이 뒤쪽으로 튀어나와 감싸는 방식으로 조종면은 캐나다 방식으로 앞쪽에 있기 때문에 탭과 캐나다가 직접 연결되진 않고, 제트 탭을 위한 별도의 작동기가 따로 있다. 제트 탭은 일단 사용되지 않을 때는 노즐을 가리지 않으므로 추력 저하가 없고, 또한 제트 베인과 달리 로켓 작동시간 동안 고온/삭마 상황에 노출되지 않으므로 좀 더 값싼 소재로도 만들 수 있으나, 다만 추력편향 효율이 제트 베인보다 떨어지기 때문에 최근에는 잘 쓰이지 않고 있다.

## 4. 국산화 개발전략

### 4.1 공대공유도탄 기술요소 및 국내개발 환경 분석

#### 1) 공대공유도탄 기술요소 및 성능 분석

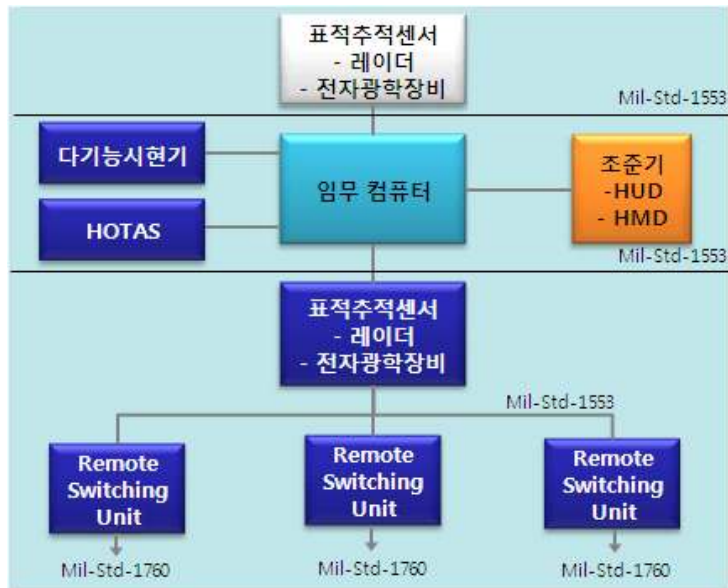
앞에서 기술된 바와 같이 5세대 공대공 유도탄은 사거리 20km 범위, 180도 이상의 전투반경 및 후방공격이 가능한 특징을 가지고 있으며, 50G이상의 고기동 성능을 보유하고 있다. 또한 5세대의 단거리공대공 유도탄인 AIM-9X급의 특징은 2중 주파수 대역의 영상탐색기를 적용하였으며, LOAL(Lock on after launch) 및 HMS(Helmet Mounted System)을 적용하여 90도 이상의 Off-Sight에서 접근하는 표적에 대해서도 공격 가능한 성능을 갖추고 있다. 최근의 5세대 단거리공대공 유도탄 성능을 기준으로 단거리공대공 유도탄 주요 기술 분야별 성능은 <표 3>과 같이 분석될 수 있다.

<표 3> 단거리공대공 유도탄 개발 기술요소

기술분야	단거리공대공 기술성능(5세대 기준)
체계/추진	- 사거리 20km이상 - 전투반경 180도 이상 (후미접근 표적 교전)
구동	- 추력편향 기술 적용 - 50G이상 기동
유도조종/항법	- BVR 및 LOAL 유도 기능
탐색기	- 적외선영상(IIR) 탐색기 - FPA(Focal Plane Array) 적용 - IRCCM 적용
탄두/신관	- 광학근접 신관 - 지향성탄두
항공기연동	- MIL-STD-1760, MIL-STD-1553 - MIL-STD-2088, MIL-STD-8591 - UAI(Universal Aircraft Interface) 및 NAI(Nato Aircraft Interface) - HMS(Helmet Mount system) 인터페이스

단거리공대공 유도탄 개발에 있어 핵심 기술 요소 사항은 지대지/지대공 유도탄과 대비되는 가장 큰 차이점으로 적외선 탐색기 기술과 항공기 연동기술을 들 수 있다. 현재 국내 적외선 탐색기 기술 개발은 휴대용 지대공유도탄 신궁에 적용된 탐색기를 최초 개발하면서 시작되었다. 신궁에 적용된 탐색기는 2-Color 적외선 탐색기로 국내 시험개발 시 확보한 단소자 초냉각형 적외선탐색기(AIM-9L급) 기술에 IRCCM 능력을 추가한 냉각형 적외선 탐색기이다[8]. 현재 국내 적외선 탐색기 개발 수준은 신궁 탐색기 개발 이후 탐색기 열상검출기 및 주요 구성품에 대한 국산화 개발을 지속적으로 수행하여 AIM-9M급 이상의 탐색기 개발이 가능한 수준에 근접해 있다.

공대공무장은 항공기와 연동되어 조준정보, 무장상태, 무장제어 등의 기능을 조종사에게 제공하여야 하므로 조종사 전방시현기(HUD: Head Up Display), 무장조준컴퓨터, 항공기 자세 및 heading 측정 시스템(AHRS: Attitude Heading Reference System), 대기 컴퓨터(ADC: Air Data Computer), 레이더 등에 대한 밀접한 통합과 헬멧 장착 시현기 HMD(Helmet Mounted Display), 광학 자이로 INS(Inertial Navigation System)와 GPS(Global Positioning System), 열상장비(FLIR: Forward Looking Infra Red), 스마트 무장 등에 대한 보다 높은 수준의 시스템 통합기술이 요구된다.



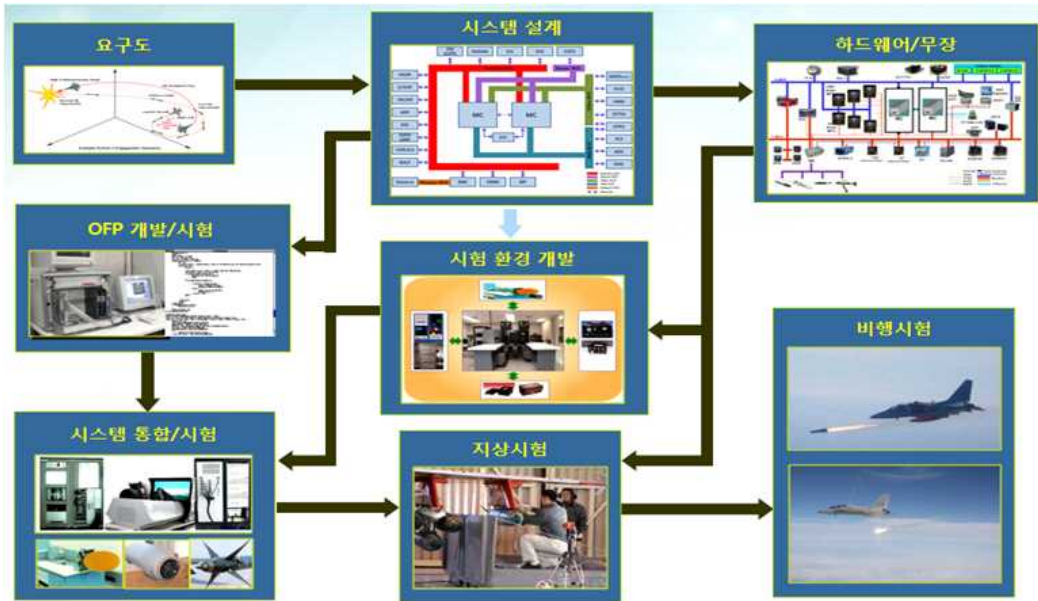
<그림 14> 공대공 유도탄 항공기 연동 인터페이스

항공기 인터페이스의 일반적인 소요기술은 항공기 비행운용프로그램(OFP) 개조개발, MIL-STD-1760 Class II 전기적 인터페이스, 항공기와 무장시스템 상호간의 통신 인터페이스 및 무장시스템 송수신 메시지 기술 등이 요구되는 데, 항공무장연동 기술수준은 F/A-50 체계개발 시 단거리공대공 무장장착시험, 투하시험, 특히 KF-16 성능개량 등을 통해 기본적인 체계 연동기술을 보유하고 있으며, 한국형 전투기 KF-X 탐색 개발을 통하여 획득한 임무컴퓨터 및 무장관리 시스템을 활용하여 국내 개발 시 예상되는 단거리공대공 연동 관련 기술적 문제에 대한 해결 능력을 확보하고 있으며, 항공무장 연동의 효율성을 높이기 위한 항공기 개발부서, 항공전자장비 개발부서 및 공대공유도탄 개발부서간의 종합적인 협력체계 구축 및 개발 전략 수립이 요구된다.

## 2) 공대공유도탄 국내 개발환경 분석

공대공유도탄 개발은 요구도 분석, 유도탄 설계, 항공기무장계통 설계, 시험환경개발 및 지상시험/항공시험으로 개발이 수행된다.

국내 공대공 유도탄 개발여건은 지대지유도탄, 휴대용 지대공유도탄, 중거리지대공 유도탄 및 함대함 유도탄 개발 시 축적된 기술을 활용하여 공대공 유도탄 요구도 분석 및 시스템 설계 능력을 확보하고 있으며, 항공기와 연동된 하드웨어/무장 계통 개발기술은 T-50개발, F/A-50 잔여무장시험, KGGB 개발 시 축적된 기술을 활용할 경우 항공기와 연동된 기본적인 단거리공대공 유도탄 시험환경 구축 및 시험평가와 관련된 기본적인 능력을 확보하고 있다.



<그림 15> 공대공 유도탄 개발 및 시험 절차

<표 4> 공대공 유도탄 개발 인프라 분석

구분	기술요구사항	국내 인프라 현황/보완 방안
요구도 분석	공대공 유도탄 운용개념 분석 공대공 유도탄 효과도 분석	공중전장환경 및 개발목표성능분석 시뮬레이터 활용
유도탄 체계설계	유도탄구성품 설계/제작 탐색기/추진기관/탄두/동체 구동장치/유도조종 설계/제작	지대공/지대지 유도탄 기술 보완 적용
OFP 개발/시험	OFP 알고리즘 개발 및 시험	지대공 OFP 기술 보완 활용 지대공 HILS 장비 보완 활용
무장계통 연동설계	임무컴퓨터, 무장관리 컴퓨터 HUD, MFD, 조종간 연동 설계 비행조종 연동 설계 센서 및 Helmet 연동 설계	T-50, F/A-50 무장연동, KF-16 성능개량 확보기술 보완 적용 KF-X 항전장비 개발과 연계 기술확보
지상시험	지상 장착성/외장분리 시험 탐색기/퓨즈/탄투/발사영역 시험 발사레적 시뮬레이션	T-50, F/A-50 잔여무장시험, KGGB 개발 시 획득 기술, 시험 시설 및 장비 활용
실사격 비행시험	장착성 시험 외장분리 시험 발사정확도 CFP 시험	F/A-50 잔여무장시험 및 KGGB 개발 시 획득 기술 활용 고속 기동 표적 확보 공대공 사격시험장 및 원격 추적장치 보완

## 4.2 공대공유도탄 개발방안

### 1) 단계적 개발 방안 적용

단거리공대공 유도탄 개발에 있어 고려사항의 하나는 단계적 개발의 접근 방법이다. 외국의 공대공 유도탄 개발 과정을 살펴볼 때 유도탄 개발 완료 이후 지속적인 구성품 성능 향상을 수행하고 이를 기존의 유도탄에 적용하여 지속적으로 유도탄 성능 향상을 수행하였다. 공대공 유도탄 선행 개발국인 미국의 AIM-9 개발, 이스라엘의 Python-4/5 개발 및 이웃 일본의 AAM-3/4/5 개발은 대체로 3세대 수준을 기준으로 개발을 시작하여 4세대 및 5세대 수준으로 단계적으로 공대공 유도탄 성능을 향상 시켜 왔음을 볼 수 있다.

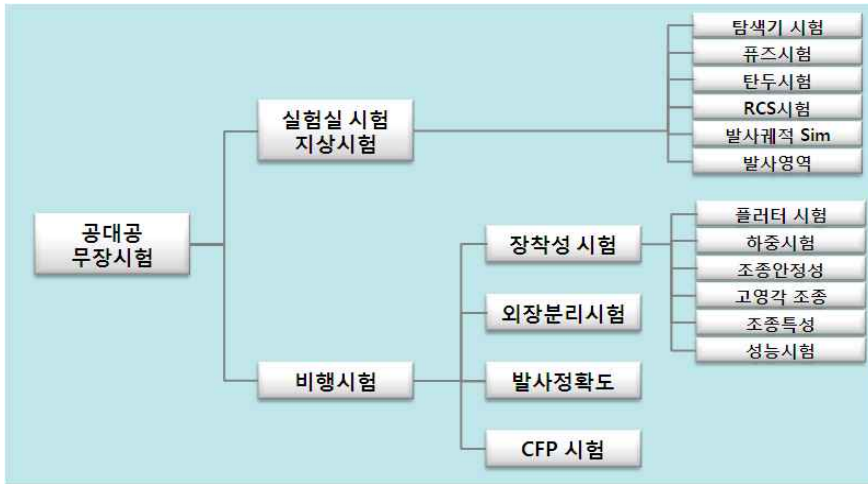
<표 3>에 기술된 5세대 기준의 단거리 유도탄 개발 목표 성능은 공대공 유도탄 개발이 전무한 국내 업체 기술 수준으로 단기간의 개발은 어려울 것으로 판단되며, 특히 AIM-9X에 적용된 레이저광학 신관, 고성능 Focal Plane Array Sensor기술 및 조종사의 헬멧에 장착된 헬멧장착 자동조준장치(JHMCS : Joint Helmet Mounted Cueing System) 연동 기술은 선진국의 기술이전 및 단시간 내 자체 확보가 어려운 기술로 장기적인 관점에서 자체 기술 확보 전략을 수립 수행하고, 이와 동시에 선진국 개발 업체를 대상으로 공동연구 개발 형식으로 협력 개발 방안을 수립하여 병행 추진을 통하여 확보가 가능할 것으로 예상된다.

국산 단거리공대공 유도탄 개발은 현재까지 다수의 유도탄 개발 과정에서 획득한 유도탄 핵심 기술을 공대공 유도탄 특성에 적용하고 이를 통해 AIM-9M 이상의 4세대 또는 5세대 수준의 단거리 공대공을 개발을 목표로 사업을 착수해야 할 것으로 본다. 이후 공대공 유도탄 내부의 각 구성품별 규격 및 인터페이스를 표준화를 통하여 각 구성품의 목표 성능이 AIM-9X급으로 개발할 수 있도록 하고, 구성품별 개발기간 및 기술적 수준을 고려하여 단계적 개발접근을 통한 공대공 유도탄 성능향상을 가져올 수 있도록 단계적이고 병행적인 구성품 개발 전략을 수립하여 수행할 필요가 있다.

### 2) 공대공유도탄 시험평가 환경 구축

#### (1) 공대공 무장시험 분류 및 시험 환경 분석

공대공 무장 시험은 지상시험과 비행시험으로 분류된다. <그림 16>에 공대공유도탄 시험항목을 분류 도시하였다. 공대공 무장시험은 탐색기, 탄두, 신관, 유도조종 장치, 추진기관 등 유도탄 구성품 및 유도탄 목표 성능을 확인하는 시험실/지상시험과 장착적합성, 외장분리, 발사정확도 및 비행안정성 등 항공기 탑재를 통하여 연동 및 비행안정, 탄성능을 확인하는 비행시험으로 구분된다.



<그림 16> 공대공유도탄 시험평가 항목

공대공유도탄에 대한 시험실/지상시험은 모델링&시뮬레이션 시험, 모의비행시험(HILS, Hardware-In the Loop Simulation), 항공탑재시험(CFT, Captive Flight Test), 구성품별 환경시험 및 유도탄 지상시험(Ground-Missile-Test)로 구분할 수 있다. 국내의 시험실/지상시험 환경은 유도탄 지상시험을 제외한 대부분의 시험이 대공 및 대지 유도탄 개발 과정에서 수행되고 있어 시험실/지상시험 수행을 위한 시험환경이 갖추어져 있으며 유도탄 지상시험 시설 구축 및 장비 개발이 필요한 실정으로 자체 개발 및 기술 도입이 필요하다.

공대공무장 비행시험 여건은 T-50 비행시험 및 F/A-50 잔여무장시험을 통해 단거리 공대공 시험평가를 수행할 수 있는 기본적인 능력을 확보하고 있으나, 국외 도입 무장 도입 시 장착성 시험에 국한되고 있어 이를 보완할 수 있도록 미국방성 획득관리 규정 DoDI 5000.2에 따라 LRIP(Low Rate Initial Production)단계의 실무장 피격시험을 통하여 개발된 무기체계의 치명성과 취약성 평가, 전투손상으로부터의 회복성, 전투손상의 수리능력 등에 대한 총체적 평가를 수행할 수 있도록 국내 개발 단거리공대공 유도탄에 대한 시험평가 능력 확보 및 향상이 필요하다.

## (2) 시험평가 인프라 구축 방안

공대공 유도탄 시험평가를 위해서는 원격추적시스템(Telemetry System), 공대공 유도탄 추적 및 촬영 시스템, Test Range 등 각종 시설 및 장비가 구축되어야 한다. 국내 방산업체에 항공기 개발, 유도 조종장치, 추진체등의 구성품 시험시설 및 장비를 보유하고 있으며, 국과연 안흥 종합시험장에서 다년간 국내 개발 유도탄 실사격 시험평가를 주관하여 수행하였었고, KGGB 유도폭탄 시험평가 등의 항공기 장착 유도탄에 대한 시험 평가를 수행한 실적을 고려할 경우 단거리 공대공 시험평가 기술, 시설 및 장비에 대한 기본적인 인프라를 확보하고 있다.

단거리공대공 유도탄은 광영역에서 항공기 추적이 요구되므로 안흥 종합시험장 시험 영역(Test Range)의 충족성 검토가 필요하며, 시험영역 확장 필요시 나로 우주센터의 계측레이더 및 광학추적장비 가용이 가능한 남해 해상을 시험장 대안으로 활용하여 향후 개발이 예상되는 장거리지대공 유도탄 국내유도탄 개발과 함께 유도탄 시험평가와 관련된 계측 시설을 확충하여 국가적 차원에서 나로 우주센터를 인공위성 개발 및 공대공유도탄 시험평가 인프라로 구축 활용할 필요가 있다.

### (3) 공대공 표적 확보 방안

공대공 유도탄의 표적인 전투기는 최대 9g까지 기동하므로 표적도 실제 상황을 모사하기 위해 9g까지 고기동성을 갖춘 무인 표적기가 필요하다. 확보방안으로는 표적기 국내개발 방안과 국외 표적기 구매방안이 고려될 수 있다. 표적기 국내개발 방안은 국내 연구개발 기간 내 표적기 개발로 인한 리스크가 내재되어 있는 반면에 국외 표적기 구매 방안 구매 비용은 발생되나, 시스템 개발 기간 내 확보가 용이하고 시험평가 기술지원 가능성이 있으므로 표적기 국외구매 검토가 필요하다.

## 3) 한국형 전투기 개발사업과 병행 개발

공대공 유도탄 체계개발은 장시간의 개발 기간과 고도의 기술력을 필요로 하고 독자적인 전투기 개발생산이 가능한 국가들이 공대공 유도탄체계의 개발을 주도하고 있는 특성을 지니고 있다. 일본은 1967년에서 1971년 면허 생산을 통하여 공대공 유도탄 AAM-1(AIM-9E급)을 최초 생산하였고, 1977년까지 AAM-2(AIM-9L급) 유도탄을 자체 개발을 수행하였으나 양산으로 이어지지는 못했다. 이후 일본은 AAM-3 유도탄 개발을 1985년 착수하여 1990년 개발을 완료하였다[9].

일본의 공대공 유도탄 개발 과정은 항공기 개발과 연계하여 지속적으로 공대공 유도탄을 개발, 성능개량하여 왔음을 보여 준다. T-2 훈련기 개발 시기에 AAM-1(AIM-9E급), F-1 전투기 개발을 전후하여 AAM-2(AIM-9L급) 및 AAM-3(AIM-9M급)을 개발하였다. 이후 일본은 1995년 F-2 항공기를 자체 개발하면서 90년대 후반 독자적으로 중거리공대공 AAM-4 및 단거리공대공 AAM-5(AIM-9X급) 유도탄을 항공기와 병행 개발하였다.

국내 공대공 유도탄 개발 여건은 KT-1 초등훈련기, T-50 고등훈련기 및 F/A-50 경공격기 개발경험을 가지고 있으나, 공대공 유도탄 개발과 연계한 개발은 추진되지 않았다. 현재 KF-X 사업은 탐색 개발을 완료한 상태에 있으며, 체계 개발 사업으로 약 7~8년 소요가 예상된다. 국내 실정은 한국형 전투기 KF-X 탐색개발을 수행으로 국산전투기에 장착할 국산무장 개발 시험이 가능한 수준에 도달해 있으며, 보라매 사업 승인 시 별도의 AIM-9X급 공대공 유도탄을 개발 계획 수립 발표한 바가 있어 KF-X 사업과 공대공 유도탄 개발을 병행 추진할 수 있는 여건을 갖추고 있다[10].

통상적으로 공대공 유도탄 개발은 약 5+0년의 개발 기간이 소요되고, 장착성 시험에 약 2년의 기간 소요가 예상된다. <그림 17>에 KF-X 사업과 공대공 유도탄 국산화 개발을 병행할 경우의 개발 일정 계획을 도시하였다.

한국형 단거리공대공 유도탄 개발을 위한 기술분석 및 개발방안 연구

구분		D-1	D+0	D+1	D+2	D+3	D+4	D+5	D+6	D+7	D+8	D+9
KF-X 개발	탐색개발	→										
	체계개발/전력화		요구분석	예비설계	상세설계	제작설계	제작	시험평가		양산/전력화		배치
단거리공대공 개발	탐색개발	KTX-1/T-50 탑재 탐색개발 →										
	체계개발/전력화			요구분석	예비설계	상세설계	제작	적합성 시험		양산/전력화		

<그림 17> KF-X 사업과 병행한 단거리공대공 개발

단거리공대공 유도탄 개발은 KF-X 개발 착수 시 단거리공대공 유도탄 장착에 필요한 항공무장계통 개발을 함께 추진할 수 있도록 단거리공대공 유도탄에 대한 탐색 개발이 필요하다. 단거리공대공 유도탄에 대한 탐색개발은 KTX-1 또는 T-50항공기 장착 시험을 목표로 탑재항공기 무장계통 개발을 동시에 추진하고, 탐색개발 결과를 KF-X전투기 무장계통 개발 및 단거리공대공 체계개발에 적용할 필요가 있다.

단거리공대공 유도탄 개발은 탐색개발, 체계개발 및 적합성시험의 3단계 개발 과정을 통하여 개발하고, 그림에서 보는 바와 같이 KF-X 사업과 공대공 유도탄 국산화 개발을 병행 수행할 경우, KF-X 전력화와 동시에 공대공 유도탄 배치가 가능해짐으로써 국산화에 따른 유도탄분야 기술 능력 향상 및 수입 대체로 인한 경제적 효과를 동시에 얻을 수 있는 이점을 가져올 수 있다. 또한 항공기 감항 인증과 공대공 유도탄 시험평가/감항인증을 동시에 병행 수행함으로써 개발 기간 단축 및 개발 비용 절감을 달성할 수 있다.

## 5. 결론

단거리공대공 유도탄은 전투기 기본무장으로 항공기 전투능력에 절대적 영향을 미치는 요소로 첨단 기술들이 복합적으로 적용되어 탐지/유도/기동 성능의 향상 및 사거리 증가, 교전영역 확대를 가져오고 있다. 국내 단거리공대공 유도탄 개발 여건은 다수의 대공 대지 유도탄 개발 과정에 축적된 유도탄 개발 기술과 T-50/KTX-1 항공기 개발 및 KGGB 개발 과정에서 획득한 무장 연동 기술 통하여 단거리공대공 유도탄 개발 시 요구되는 기본적인 기술을 확보로 단거리 공대공유도탄 유도탄 개발착수가 가능한 시점에 도달해 있다. 단거리공대공 유도탄 개발은 탑재전투기 장착 및 연동이 필수적인 요소로 현재 군 운용중인 KF-16 및 F-4/5에 장착 및 연동 시험이 사실상 불가능 점을 감안하여 현재 기 개발된 T-50 또는 KTX-1 항공기 장착을 1단계 목표로 단거리공대공 유도탄 탐색개발 및 무장계통 개발을 수행하고, 2단계로 한국형 전투기 KF-X 개발과 함께 단거리공대공 유도탄 개발이 진행될 수 있도록 KF-X 체계 개발 시 단거리공대공 장착을 위한 항공무장계통 개발이 이루어져야 한다. 현재 국내 유도탄 개발 기술은 사거리 20km 수준의 단거리공대공 유도탄 자체 개발기술 및 항공기 체계연동기술을 보유하고 있고, 시험평가 인프라도 구축되어 있는 점을 감안하면 단거리공대공 유도탄 개발 및 전력화 기간 단축, 개발 비용 효율화 측면에서 KF-X 사업과 병행하여 개발 전략을 수립하여 수행할 필요가 있으며 이에 대한 국방 계획을 수립 반영할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] 임상민, “전투기의 이해(상)”, 『이지북』 2005.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/AA-11>, “R-73(missile)”.
- [3] <http://www.ousairpower.net/TE-Gen-4-AAM-97.html>
- [4] <http://www.ousairpower.net/API-ASRAAM-Analysis.html>
- [5] <http://www.rafael.co.il>, “Python-5, Full Sphere IR Air-to-Air or Surface-to-Air Missile”.
- [6] <https://janes.ihs.com>, “AAM-5(Type 04)”.
- [7] 국방기술품질원, “공중발사 유도탄 개발동향”, 2010.
- [8] 신인호, “승리의 믿음 신궁개발에서 전력화까지, 한-러 기술 협력 탐색기개발”, 『국방저널』 통권 제402호(6월), 2007.
- [9] <https://janes.ihs.com>, “AAM-3(Type 90)”.
- [10] 국방과학연구소, “F-X, KF-X 어떻게 추진할 것인가”, 『국회 국방위원장주관 세미나』 발표자료, 2013.