

□ 붙임 1-1

민·군기술협력사업 과제제안요구서(RFP)

중앙행정기관명	산업통상자원부, 방위사업청	관리번호	
전문기관명	민군협력진흥원		
사업유형	민·군기술개발사업	사업명	민·군검용기술개발사업
선정방식	지정공모		

1. 제안요구내용

기술개발 과제명	위성용 경량 전개형 안테나의 메쉬(직조 또는 편조) 제작 기술 개발
개요 (1000자 이내로 기술)	위성용 경량 전개형 반사판 안테나에 적용할 수 있는 메쉬 원단 제작방법(직조 또는 편조)을 고안하고 그 제작 공정 기술을 개발하는 것이 주목적임. 메쉬 소재의 전기적/기계적 특성 분석을 통하여 우주환경에 적합한 메쉬 원단 제작 공정을 확립 한 후, 3가지 대역(S, X, Ka)에서 성능 검증용 안테나를 통해 전개기능 확인 및 안테나 성능을 검증하고자 함

1) 배경 및 필요성

□ 배경

- 최근 국내외 관측, 정찰, 항법 등 다양한 분야에서 위성의 활용 및 개발 소요 증가
- New Space 시대에 능동적으로 대처하고 우주개발을 활성화에 대비한 위성용 부품 개발 경쟁력 확보
- 안테나 경량화로 인한 위성 운용 민첩성 증대 효과 가능
- 최근 각종 센서나 컴퓨터 분야의 기술 발전으로 위성에 적용되는 주요 부품에 대한 소형화 및 경량화가 추세이며, 안테나의 경우 물리적으로 소형화가 어려우나 메쉬 직조 또는 편조 기술개발을 통한 무게 감소(복합재 안테나의 약 1/3 수준) 효과가 뛰어남

□ 필요성(민수·군수, 민수, 군수)

- 향후 개발될 소형위성 등, 다량으로 개발되는 위성시스템에서 안테나의 경량화는 위성 기동성 및 운용성에 크게 기여 할 것으로 기대됨
- 국내의 경우, 메쉬 안테나 제작을 위한 메쉬 소재나 메쉬 제작(직조 또는 편조) 기술이 전혀 없는 실정이므로 이에 대한 국내 기술 개발이 필요함
- 반사판 안테나 제작에 필요한 메쉬 원단의 안정적 조달을 위한 국내 인프라 구축 필요

2) 제안요구 내용

□ 최종 목표

- 전개형 반사판 안테나용 메쉬 직조 또는 편조 기술 개발
- 메쉬 원단 개발 및 원단에 대한 우주환경 적합성 시험
 - ※ 향 후 실용화를 대비하여 메쉬 원단 수급문제가 발생하지 않으면서 안정적인 메쉬 원단 공급이 하도록 사업추진 체계 수립

- 성능 검증용 안테나 제작 및 시험

□ 정량적 목표 [민·군수용]

핵심 기술/제품 성능지표			단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국 기업/기관명)
S 대역 (f_c :3GHz)	메쉬 소재 ^{주1)} /원단	밀도	OPI	≥ 10	해당 없음	10 USA/L3HARRIS
		패턴 (직조 또는 편조)	-	-	해당 없음	
		반사손실 ^{주2)}	dB	≤ 0.1	해당 없음	0.005 USA/L3HARRIS
	성능 검증용 안테나 (DM급)	직경 ^{주3)}	m	≥ 2	-	
		안테나 손실 ^{주4)}	dB	≤ 3		3dB(효율 50%) Japan/Chiba Univ.
		안테나 이득 ^{주5)}	dBi	≥ 33		
X 대역 (f_c :10GHz)	메쉬 소재 ^{주1)} /원단	밀도	OPI	≥ 18	해당 없음	18 USA/L3HARRIS
		패턴 (직조 또는 편조)	-	-	해당 없음	
		반사손실 ^{주2)}	dB	≤ 0.2	해당 없음	0.16 USA/L3HARRIS
	성능 검증용 안테나 (DM급)	직경 ^{주3)}	m	≥ 1	-	
		안테나 손실 ^{주4)}	dB	≤ 3		
		안테나 이득 ^{주5)}	dBi	≥ 37		
Ka 대역 (f_c :30GHz)	메쉬 소재 ^{주1)} /원단	밀도	OPI	≥ 36	해당 없음	36 Japan/TAIYO
		패턴 (직조 또는 편조)	-	-	해당 없음	
		반사손실 ^{주2)}	dB	≤ 0.5	해당 없음	0.45 USA/L3HARRIS
	성능 검증용 안테나 (DM급)	직경 ^{주3)}	m	≥ 0.5	-	
		안테나 손실 ^{주4)}	dB	≤ 3		2.7dB(효율 54%) USA/NASA
		안테나 이득 ^{주5)}	dBi	≥ 40.90		

주1) gold-plated molybdenum, gold-plated tungsten 또는 copper-zirconium alloy 등

주2) 반사손실 정의 및 시험 구성도는 그림 3 참조

주3) 주파수별 Ideal Parabolic 안테나의 지향성(directivity) 35.96 dBi, 40.40 dBi, 43.92 dBi 기준

주4) Mesh OPI, 표면오차(RMS), 반사판 안테나 구조에 의한 손실(Spilover, taper, blockage, struts), Feed에 의한 손실 등 포함

주5) Ideal Parabolic 안테나의 지향성(directivity) 대비 50% 효율을 가지는 안테나 성능으로 설정



그림 1. 메쉬 개발 형상 및 메쉬를 이용한 성능 검증 안테나 제작 형상 (예시)

출처 : <https://secant.com/technicalmaterials/performance-textiles/antenna-mesh>, <https://spacenews.com/iqps-constellation-plan/>

□ 연구개발 내용

- 전개형 반사판 안테나용 메쉬 직조 또는 편조 기술 개발
 - 위성용 자재 요건 및 안테나 성능을 충족하는 메쉬 소재 선정 기술
 - ※. 메쉬 소재는 개발 또는 구매 가능
 - ▶ 아웃개싱, TML, CVCN 등 충족
 - 메쉬 제작(직조 또는 편조) 공정 설계 및 메쉬 제작 기술 개발
 - ▶ 우주급 공정(인증) 절차 준수. 필요시, 메쉬 소재에 대한 gold-plating 기술 개발
 - ▶ 전개형 안테나 메쉬 제작에 최적인 메쉬 패턴 기술 분석
 - 전개형 안테나 개발에 적합한 메쉬 소재/원단의 전기적/기계적 성능 해석 및 분석 기술
 - ▶ 메쉬 소재의 전기 전도도 등 전기적 특성
 - ▶ Gold-plating 관련 특성 변수 도출(필요시)
 - ▶ 열팽창, 수축, 인장강도, 전단강도 등 기계적 특성 예측 및 분석
 - ▶ 메쉬 원단의 우주환경 적합성 시험(온도(열주기, 열진공), 진동, 충격시험) 등을 고려한 물성 특성 및 기계적 특성
 - 안테나 프레임에 결합된 메쉬 원단 소재의 물성 특성/기계적 특성 분석
 - ▶ 우주용 자재 요건 충족하는 자재 사용
 - ▶ 열팽창 계수 등 정합 특성
 - ▶ 지지 및 고정 구조물에 대한 기계적 특성 도출 및 분석
- 메쉬 원단 개발 및 원단에 대한 우주환경 적합성 시험
 - 개발된 메쉬 제작(직조 또는 편조)에 의한 메쉬 원단 설계 및 제작
 - ▶ 안테나 전개를 고려한 메쉬 원단 설계 및 제작(안테나 전개 개념 확립)
 - ▶ 안테나 전개시 원단의 불연속 면(접히는 면 또는 이음새 부분, 등)을 고려한 설계/제작 및 이에 따른 기계적 특성 분석
 - ▶ 안테나 전개 후 목표 성능을 충족하는 메쉬 원단 설계 및 제작

- 전기적 특성, 물성 특성/기계적 특성 시험용 메쉬 원단 제작 및 시험

- ▶ 메쉬 원단 제작은 우주급 공정을 적용하여 개발
- ▶ 전기적 특성 및 물성 특성 검증
- ▶ 열팽창, 수축, 인장강도, 전단강도 등 기계적 특성 검증

※ 연구개발계획서 작성시 메쉬 원단에 대한 우주 환경 적합성 충족을 위한 기계적 특성 검증용 시험항목(인용 근거 문서 제시 등), 시험방안 및 시험 규격에 대해 구체적으로 제시해야함



그림 2. 메쉬 인장/전단/충격 시험 (예시)

(출처: Y.Zhang, et al., "Form-Finding Design of Cable-Mesh Deployable Reflector Antennas Considering Wire Mesh Properties", AIAA Journal Vol.57, No.11, November 2019.)

- ▶ 관련 시험장비 및 시험 치공구 설계 및 제작

- 메쉬 원단 수준에서 반사손실 측정

- ▶ 반사손실 시험용 시편 제작
- ▶ 시험장비 및 관련 시험치구 설계/제작

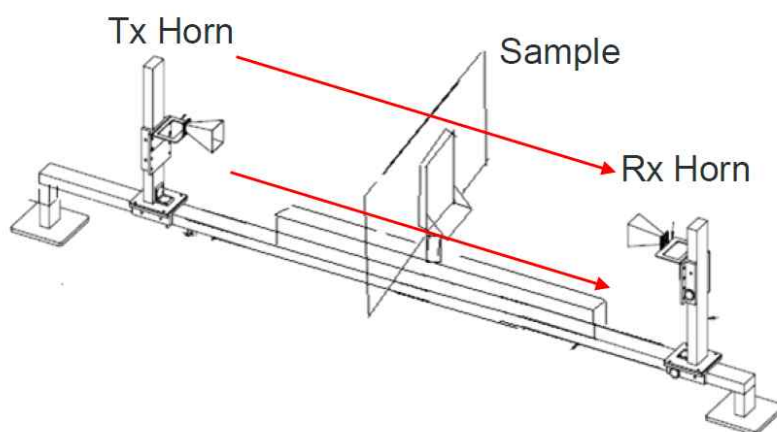


그림 3. 반사손실 측정 방법 및 시험 구성도 (예시)

(출처: L3Harris)

- 메쉬 원단 소재와 안테나 프레임 재료/구조의 기계적 특성 검증
 - ▶ 전개를 고려한 접합부 설계 및 물성 및 기계적 특성
- 메쉬 원단의 우주환경 적합성 시험(ESA 또는 NASA 우주용 시험 규격 적용)
 - ▶ 온도(열주기, 열진공) 시험, 진동/충격 시험
 - ▶ 시험용 시편 제작
 - ▶ 시험장비 및 관련 시험치구 설계/제작
- 우주급 자재 및 공정 요건 충족 및 제품보증 활동 계획 제시
- 성능 검증용 안테나 제작 및 시험
 - 안테나 성능 분석 SW 개발
 - ▶ 메쉬 소재/원단의 안테나 모델링 파라미터 추출
 - ▶ 전개형 반사판 안테나 전기적 형상 설계
 - ▶ 메쉬 직조 또는 편조 패턴 설계/해석
 - ▶ 검증용 안테나 및 메쉬 규격 검증
 - 개발된 메쉬 안테나 성능 예측 및 분석(SW 활용)
 - 개발된 메쉬 원단을 이용한 성능 검증용 안테나(전개형) 제작 및 성능 시험
 - 성능 검증용 안테나 전개 기능(전기적/기계적) 확인
 - ▶ 전개 전·후 전기적/기계적 특성 확인 및 분석
 - 성능 검증용 안테나 시험 장비 및 치구 설계/제작

□ 적용/실용화 분야 (민수·군수, 민수, 군수)

- 민수분야
 - 우주전파 환경관측(우주전파재난) 위성
 - 초소형 검증위성(민간 자체기술검증용 위성 등)
 - 민수용 소형/경량 지상관측위성 등
- 군수분야
 - 차기 군정찰위성체계
 - 우주자산방어체계
 - 신호정보위성체계

□ 최종 제시물

- 메쉬 원단 1조(S, X, Ka 대역 각 1식)
 - ※ 메쉬 원단은 안테나 1개 제작 분량
- 성능 검증용 안테나 1조 (S, X, Ka 대역 각 1식)
- 시험용 장비 및 치구 1식
- 안테나 성능 분석 S/W 1식
- 메쉬 설계/제작/시험결과보고서 1식
- 성능 검증용 안테나 설계/제작/시험결과 보고서 1식
- 연차보고서 1식
- 최종보고서(설계/해석/시험 등) 1식
- 국방규격서(안) 1식

3) 기타 지원조건

□ 주관연구기관 및 참여기관

- 주관연구기관 및 참여기관은 「국가연구개발혁신법」 제2조제3호에 따른 “연구개발기관” 이어야 한다.
- 주관연구기관 및 참여기관(「국가연구개발혁신법 시행령」 제2조제2항에 따른 공동연구개발기관과 위탁연구개발기관)은 기한 내에 연구개발 목표를 달성할 수 있어야 한다.
- 주관연구기관 및 참여기관에는 과제종료 후 최종 제시물의 생산 및 판매가 가능한 기관이 참여하여야 하며, 만약, 생산 및 판매 제품에 대해 지식재산권 분쟁이 발생하는 경우에는 주관연구기관 및 참여기관이 이에 대한 책임을 진다.

□ 연구개발성과의 소유 및 활용

- 연구개발성과의 소유는 「국가연구개발혁신법」 제16조(연구개발성과의 소유·관리) 및 「국가연구개발혁신법 시행령」 제32조(연구개발성과의 소유)에 따른다.
- 산업통상자원부에서 2018년 8월 3일에 시행한 「민·군기술협력사업 공동시행규정」 제127조(연구개발결과물의 소유)에 따라 수행기관의 장은 유형적 및 무형적 연구개발 결과물의 유지, 관리에 대한 책임을 가지며 기술료 징수기간 중 임의로 처분할 수 없다.

□ 기업분담률

- 기업분담률은 「국가연구개발혁신법 시행령」 제19조(연구개발비의 지원과 부담)에 따른다.

□ 연구책임자의 자격

- 연구책임자의 자격은 관련분야의 연구경험이 풍부하여야 하며, 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무 프로세스 정립, 및 원활한 과제 추진·조정·관리를 수행할 수 있어야 한다.
- 연구책임자의 직무는 (산업통상자원부) 「민·군기술협력사업 공동시행규정」 제10조(주관연구책임자의 직무)에 따른다.

□ 개발 소요 필수 핵심장비 및 시설

- 연구개발과제 및 연구개발기관에 대한 선정평가 시, 「국가연구개발혁신법 시행령」 제12조제2항제2호에 따라 연구개발과제 관련 연구시설·장비 구축계획의 타당성을 검토하여야 한다.
- 과학기술정보통신부에서 2020년 5월 4일에 시행한 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 제4조(국가연구시설·장비심의위원회)에 따라 1억원 이상 연구시설·장비의 구축타당성은 국가연구시설·장비심의위원회에서 검토하여야 한다.

※ 『국가 연구시설·장비심의위원회』 관련 소요기간을 고려하여 연구시설·장비의 구축계획 수립 필요

- 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 제5조(연구개발과제 평가단)에 따라 3천만원 이상~1억원 미만의 연구시설·장비 구축계획이 포함되는 경우, 연구개발과제 평가단이 연구시설·장비의 구축타당성을 검토하여야 한다.

□ 연구개발 일정관리

- 제안기관은 주요 기술검토회의(예: 사업착수회의, 체계요구조건분석회의, 기본설계검토회의, 상세설계검토회의 및 제작준비검토회의, 시험준비검토회의)를 추진일정에 포함하여 제시한다.
- 연도별 실적 보고 및 보고회를 수행한다.
- 제품보증 계획서에 따른 활동을 수행한다.

2. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형						필수참여 기관유형	기업참여필수			
예산 및 기간		정부지원금: 170억원 이내 연구개발 기간: 3년				기술료 징수 여부 (사업화 대상)	징수원칙 (성과소유에 따라 징수여부 결정)			
연구개발비 (단위: 170억원)	연구개발비	정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체		기타 ()		연구개발비 외 지원금
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
	총계	170								
시험개발	3년	170								
연계/해당여부		☒ 기술준비단계 착수:(TRL 2), 종료:(TRL 5) ☐ 표준화 연계 ☐ 실증연구					☐ 도전형 R&D / 초고난도 R&D ☐ 경쟁형 R&D ☐ 복수지원대상()			

3. 과제 문의사항 및 연락처

소속	성명	연락처
국방과학연구소 민군협력진흥원	정명득	042-607-6094