과업지시서

[차세대중형 5호 위성 적용을 위한 QQP(Quasi-Quad Polarization) 기반 SAR 기술 선행 검증 및 C-SAR 개발사업 기술지원 용역]

2026. 09

한국항공우주연구원
탑재체시스템팀

I. 개 요

1. 용역명: 차세대중형 5호 위성 적용을 위한 QQP(Quasi-Quad Polarization) 기반 SAR 기술 선행 검증 및 C-SAR 개발사업 기술지원 용역

2. 용역목적

- ㅇ 본 용역을 주관하는 과제인 차세대중형위성 5호(수자원 위성) 탑재체 개발 사업의 목적은 해상도 10m 및 관측폭 120km급 “합성개구레이다 (이하 ‘탑재체’ 또는 ‘수자원위성 탑재체’)※”의 성공적인 국산화 개발에 있으며, 해당 위성의 SAR 탑재체에 적용 가능한 QQP(Quasi-Quad Polarization) 기술의 선행 검증을 목적으로 한다.
- ㅇ 부수적으로는 동 탑재체 및 이를 구성하는 구성품의 설계, 제작, 조립, 시험 및 궤도 운용 등 정부위성 기술 개발 공정 전반에 대해 민간의 기술 저변을 확대하고 경쟁력을 제고하려는 것이다.
- ㅇ 차세대중형위성 5호에 탑재, 운영할 레이다 부체계 C-Synthetic Radar Aperture (C-SAR)는 다중 편파(H-Pol/V-Pol) 운영이 가능하기에, QQP 기술을 이용하여 제한된 하드웨어 자원 내에서 Quad-Pol 수준의 편파 정보를 근사적으로 획득하기 위한 기술로, 향후 위성 시스템 설계 시 데이터율, 전력, 시스템 복잡도 등의 제약을 고려한 현실적인 대안으로 활용 가능하다.
- ㅇ 본 용역에서는 QQP 기반 편파 정보 획득 및 복원 가능성을 이론적/시뮬레이션 기반으로 분석하고, 차세대중형위성 5호 적용 가능성을 사전에 검증하여 향후 탑재체 설계 및 운용 전략 수립에 기여하는 것을 목표로 한다.
- ㅇ 또한 본 용역은 QQP 기반 SAR 기술 선행 검증을 주된 과업으로 수행하되, 연구 수행 과정에서 도출되는 편파 SAR 모델링, 신호처리, 성능 분석 및 시스템 적합성 검토 결과를 바탕으로 차세대중형위성 5호 C-SAR 탑재체 개발사업의 설계, 시험, 검증 및 운용전략 수립 과정에 필요한 기술 검토 및 백업 지원을 병행하는 것을 목적으로 한다.
- ㅇ 이를 통해 QQP 기술의 적용 가능성뿐만 아니라, 차세대중형위성 5호 C-SAR 개발사업 추진 과정에서 발생할 수 있는 편파 운용, 성능 요구사항, 데이터 처리, 시험·검증 및 시스템 적용성 관련 기술 이슈에 대해 항우연의 검토 업무를 지원하고, 탑재체 개발사업의 안정적 수행에 기여하고자 한다.

3. 용역기간

○ 계약일로부터 12개월

4. 예산규모

○ 약 93,500,000원 (부가가치세 포함)

5. 주요 과업내용

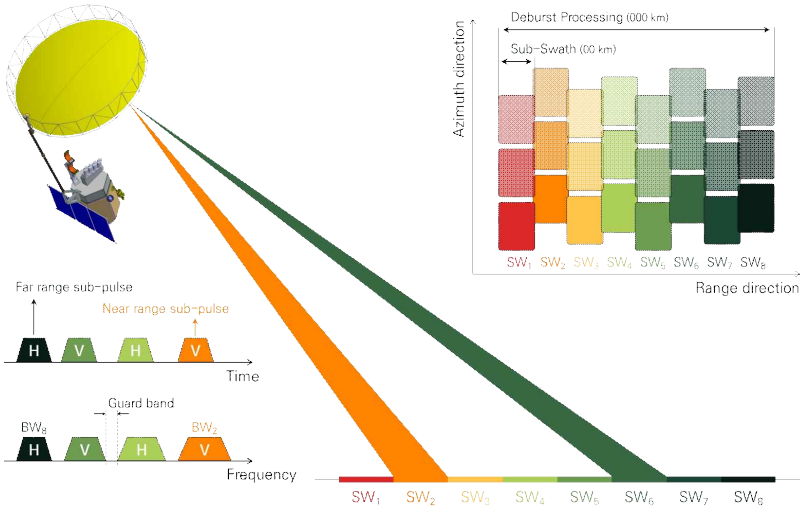
○ QQP 기반 SAR 시스템 모델링 및 편파 정보 획득 방식 정의
○ QQP 기반 편파 복원 알고리즘 개발 및 성능 분석
○ 다양한 관측 시나리오에 대한 적용 가능성 평가
○ 차세대중형위성 5호 탑재체 적용을 위한 시스템 적합성 검토
○ 차세대중형위성 5호 C-SAR 개발사업 관련 기술 검토 및 백업 지원

II. 과업의 개요

1. 세부 과업내용

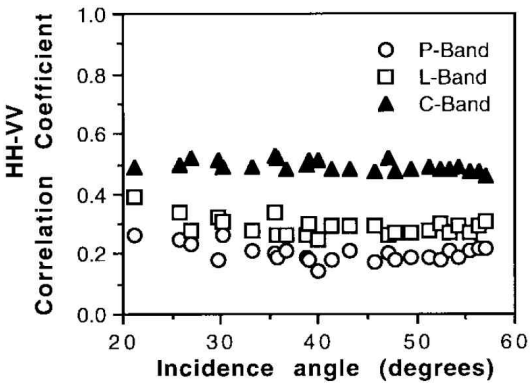
1) **기초 단계 (이론 및 모델링)**: QQP 기술의 이론적 기반을 정립하고, Full Quad-Pol 대비 정보 구조 및 성능 특성을 분석하여 후속 단계 수행을 위한 모델링 및 시뮬레이션 환경을 구축한다. ※항공우주연구원이 제시하는 방법에 따라서 기초 단계 과정을 수행할 수 있다.

- QQP(Quasi-Quad Polarization) 개념 정립 및 시스템 요구사항 분석



· QQP 운용 방식, 편파 구성 및 시스템 적용 시 고려사항을 정의하고, 위성 탑재체 관점의 요구사항을 도출

- QQP 주파수 분할에 따른 편파 특성 영향 분석



· QQP의 HH/HV 및 VH/VV 채널 간 주파수 이격에 따른 후방산란 크기, 산란응답 및 편파 특성 변화를 분석하고, 이를 통해 주파수 분할이

QQP 편파정보 활용에 미치는 영향을 정량적으로 평가

- **Full Quad-Pol 대비 제약 특성 분석**
  · Quad-Pol 대비 QQP에서 발생하는 정보 손실 및 제약 요소를 분석하고, 편파 정보의 차이를 정량적으로 비교

- **시뮬레이션 환경 구축 및 기본 성능 분석**
  · QQP 기반 신호처리 및 편파 복원 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 환경을 구축하고, 기본 성능을 분석

2) **응용 단계 (알고리즘 및 적용):** QQP 기반 편파 정보 복원 알고리즘을 개발하고, 다양한 관측 환경에 적용하여 실제 활용 가능성과 성능 특성을 분석한다. ※항공우주연구원이 제시하는 방법에 따라서 성능 분석(미연구 분야 포함)을 수행할 수 있다.

- **QQP 기반 편파 정보 복원 알고리즘 개발**
  · 차세대중형 5호위성 탑재체 시스템 기준의 편파 데이터로부터 Quad-Pol 수준의 정보를 추정하기 위한 복원 알고리즘을 설계 및 구현

- **근접 주파수 이격을 고려한 QQP 편파정보 복원 기법 개발 및 성능 분석**
  · H/V 편파 채널의 주파수 이격에 따른 S_{HV}와 S_{VH}의 상호성(reciprocity) 성립 범위를 분석하고, 주파수 이격이 산란행렬 및 편파 파라미터 복원 정확도에 미치는 영향을 평가

- **다양한 관측 대상(지표, 해양 등)에 대한 적용 시나리오 분석**
  · 실제 SAR 활용 환경을 고려하여 지표, 해양 등 다양한 타겟에 대한 QQP 적용 가능성을 평가

- **기존 Dual-Pol / Quad-Pol 대비 성능 비교 (classification, decomposition 등)**
  · QQP 방식의 성능을 기존 편파 모드와 비교하여 분류 정확도 및 산란 메커니즘 분석 성능을 평가

- **차세대중형위성 5호 C-SAR 개발사업 기술 검토 및 백업 지원**
  · QQP 선행 검증 결과를 바탕으로 차세대중형위성 5호 C-SAR 탑재체 개발사업과 관련된 편파 운용, 성능 요구사항, 데이터율, PRF, 전력, 관측폭, 해상도 및 시스템 적용성 검토를 지원

· C-밴드 SAR 설계검토회의 및 관련 기술회의에서 요구되는 분석자료, 검토의견 및 기술 질의 대응자료 작성 지원
· 탑재체 성능 요구사항, 시험·검증 항목, 운용모드 및 데이터 처리 흐름과 관련하여 항우연이 요청하는 기술적 검토 수행
· QQP 기술 적용 여부와 무관하게, 차세대중형위성 5호 C-SAR 개발사업의 안정적 추진을 위한 편파 SAR 신호처리 및 시스템 분석 관점의 기술 백업 역할 수행

3) **검증 단계 (성능 평가 및 시스템 적용성 분석)**: QQP 기술의 성능을 정량적으로 검증하고, 차세대중형위성 5호 시스템 조건을 반영하여 실제 적용 가능성과 기술적 타당성을 평가한다.

- **시뮬레이션 기반 QQP 성능 정량 평가 (정확도, 정보 손실, 처리 복잡도 등)**
  · QQP 적용 시 성능 지표를 정량화하고, 정보 손실 및 계산 복잡도를 포함한 기술적 성능을 평가

- **차세대중형위성 5호 시스템 조건 고려 분석 (데이터율, PRF 제약, 전력, 등)**
  · 실제 위성 시스템 제약을 반영하여 QQP 적용 시 요구되는 자원 및 시스템 영향도를 분석

- **QQP 적용 시 시스템 설계 영향 분석 (탑재체 구조, 운용 모드, 데이터 처리 구조 등)**
  · QQP 적용에 따른 탑재체 구조 변화, 운용 모드 설계 및 데이터 처리 흐름 변화를 분석

- **QQP 기술 적용 타당성 및 한계 도출**
  · 기술적 장점과 한계를 종합적으로 분석하여 실제 차세대중형5호위성 적용 가능 여부 및 적용 범위를 제시

- **QQP 기술 Automotive-SAR (AutoSAR) 기반 지상 검증 진행**
  · QQP 기술 적용 및 성능 검증을 위한 차량 탑재형 SAR 시스템을 개발하고, 차세대중형위성 5호 C-SAR의 QQP 운영 조건에 근사한 지상 검증을 수행

4) 항우연 제공 가능 품목(정보)
- 본 과업 관련 선행연구 성과물 중 필요한 정보
- 기타, 본 과업의 위성은 아래를 특징으로 하는 것으로 가정한다. (세부 사양은 계약 후 제공하며, 위성 설계 경과를 고려하여 협의, 조정 가능하다.)

. (고도) 561 km
. (반사판 사양) 크기, 재료, 표면 거칠기 및 곡률 등
. (SAR 관측폭) 15/30/120 km
. (SAR 해상도) 10 m
. (SAR 송수신 중심주파수) 5.41 GHz
. (SAR 필수 incident angle) 20 ~ 35 deg
. (Feed cluster 수) 8
. (안테나 시스템 최소 목표 이득) 43 dBi

2. 납품내역 및 일정

1) (착수회의) 계약자는 계약 후 1개월 이내 항우연과 협의(장소, 시간 등)하여 과업 수행 계획, 기술 접근 방법 및 예상 결과를 보고한다.
   ※ 자체 연구 결과(또는 제안하는 내용 등)를 분석하고 본 건과의 연계 방안을 제시한다. 또한 차세대중형위성 5호 C-SAR 개발사업과 연계하여 수행 가능한 기술 검토 및 백업 지원 범위를 제시한다.

2) (중간점검회의) 계약자는 항우연과 협의(장소, 시간 등)하여 과업 수행 중간 시점(계약 후 약 6개월 이내, 최소한 1회)에 연구 수행 경과 및 주요 결과를 보고한다.

3) (최종보고서) 계약자는 계약 종료 전 최종보고서 초안(전자파일)을 제출하여 항우연의 검토 및 승인을 득한 후 최종본을 계약 종료 1개월 전까지 제출한다.

3. 요구사항

1) 계약자는 본 건 참여를 위해 계약자 측의 위성 탑재체 분야 기술개발 실적 증빙과 본 건 이행을 위한 소정의 과업 이행 계획(계약자 보유 기술 또는 노하우 등의 강점, 사용 설계 도구 및 확보 계획, 요구 과업과 관련한 초기 연구 결과 및 개선 방향을 포함하는 기술 제안서, 세부는 기술평가 기준 참고을 참고하여 자유로이 구성한다.)을 제출한다.

2) 계약자는 항우연이 요구하는 경우, 국내외 회의(항우연 등이 주최하는 C-밴드 SAR 설계검토회의에서 과업 수행 결과의 발표를 포함한다.), 수시 보고, 실사 등에 적극 응해야 한다. 또한 계약자는 차세대중형위성

5호 C-SAR 개발사업과 관련하여 항우연이 요청하는 성능 요구사항 검토, 기술자료 검토, 시험·검증 항목 검토, 운용모드 및 데이터 처리 구조 검토 등에 대해 기술적 검토 의견을 제공하고, 관련 회의 및 기술질의 대응에 적극 협조하여야 한다.

3) 항우연은 계약자 측이 본 건 관계 기관 등의 의견을 들을 수 있는 기회를 제공한다.

4) 본 과업으로 산출되는 성과의 공개(특허, 논문 등)는 항우연과 협의한다.

II. 업체 선정 방식

1. 기술 및 가격평가

본 건의 “차세대중형 5호 위성 적용을 위한 QQP(Quasi-Quad Polarization) 기반 SAR 기술 선행 검증 및 C-SAR 개발사업 기술지원 용역” 사업에 참여코자 하는 국내 업체의 평가는 협상에 의한 계약에 따라 기술(90 %) 및 가격으로 (10 %) 분리하여 실시한다.

그 밖에 입찰에 관한 세부사항은 항우연 내부절차에 따른다.

2. 선정일정

가. 입찰공고 : 2026 년 10 월 일
나. 서약서(의향서) 제출 : 입찰공고 마감 2일전일 이내
다. 제안서 접수 마감 : 입찰공고에 따름
라. 제안서 평가 완료 : ~ 2026 년 11 월 일
마. 선정업체 발표 : 2026 년 11 월 일
바. 예상 계약일 : ~ 2026 년 11 월 일

(※ 위 계획은 항우연 사정 등에 의해 변동가능하며, 현장실사관련 일정 등은 별도로 협의 한다.)

3. 제안서 작성 및 제출 요령

3.1 제안서 작성

입찰에 참여코자 하는 업체는 본 제안 요청서의 요구에 부합하도록 사업수행 계획서 양식으로 A4 크기 용지 50매 이내로 기술제안서를 작성한다.

① 제안내용의 증빙서류 등은 별첨하여 제출가능하며, 본 제안요구서가 명시하여 요청하는 자료는 위 제한 매수에 포함되지 않는다.

② 제안서 작성은 한글을 원칙으로 하며, 필요시 영문의 혼용도 가능하다.

3.2 제안서 제출(접수)

제안서는 원본을 포함하여 총 6 부(원본 포함 2부 이상)와 함께 전자파일 1부(USB)를 제출하여야 하며(스프링철 가능), 제안서 접수 방법은 입찰공고문을 따른다.

3.3 제안서 보완요구

항우연은 제출된 제안서에 있어서 필요한 서류가 첨부되어있지 않거나, 또는 제출된 제안이 불명확하여 인지하기 곤란한 사실을 발견한 경우, 제안서

내용의 변경이 없는 경미한 사항에 한하여 기한을 정하여 보완을 요구할 수 있다. 항우연의 요구에 대해 기한 내 보완을 완료하지 않은 경우, 항우연은 당초 제출된 서류만에 의한 평가를 시행하고, 제출된 내용이 불명확하여 평가가 불가능한 경우에는 평가에서 제외한다.

3.4 제안서 철회

제안서 철회는 제안서 마감일 이전에 서면으로 항우연에 전달된 경우에만 가능하다.

3.5 제안서 관련 지적재산권

제출된 제안서와 관련된 모든 서류들은 항우연의 재산으로 귀속되며, 반환을 요구할 수 없다.

3.6 기술문의

제안서 작성과 관련한 기술적인 문의는 서면으로 (또는 메일) 가능하며, 아래의 연락처를 참고한다.

▣ 대전광역시 유성구 과학로 169-84, 34133
한국항공우주연구원 위성탑재체연구부
유상범 책임연구원
전화 : 82-42-860-2747
팩스 : 82-42-860-2560
메일 : sbryu11@kari.re.kr

4. 기술(제안서) 평가방법 및 기준

가. 제출된 제안서는 항우연 내부 절차에 따라 복수의 기술평가 위원을 선임하여 객관적이고 공정하게 평가한다.

① 평가항목 및 기준은 본 제안요청서에 명시된 내용을 기본으로 한다.

② 세부항목별 득점은 각 평가위원별 평점 중 최고와 최저 점수를 제외한 나머지 평가위원들의 점수만으로 평균한 것을 취하고, 각 업체의 최종 득점은 상기 세부항목별 득점의 합으로 한다.

③ 주요 평가항목에 대해서는 내부방침에 따라 가중치를 달리할 수 있다.

④ 본 제안요구서 지시의(제안서 매수제한 등) 불이행에 따른 불이익을 줄수있다.

나. 평가 세부항목중 제안서에 기술되지 않거나, 제안이 불명확하여 평가가 곤란한 사항은 타당한 점수를 줄 수 없으며, 기술평가 결과의 총 득점이 85/100 을 넘지 못하는 경우, 기술평가 결과만으로 과락 조치할 수 있다.

<기술제안서 평가기준>

평가항목	가중치 %	비 고
과업 분석 및 이해도 - 과업 목적 및 추진배경 이해도 - QQP 편파 SAR 기술 이해도 - 위성 시스템 요구조건분석 - 핵심 기술 이슈 및 연구가설 도출 - 위험요소 및 대응 방안	20	제안서 1 장
연구개발 수행계획 - 연구 목표 및 단계별 추진전략 - QQP 시스템 모델링 및 시뮬레이션 계획 - 편파정보 복원 알고리즘 연구계획 - 성능평가 및 비교검증 계획 - 관측시나리오 및 시스템 적합성 분석 - 일정 및 산출물 관리 계획 - C-SAR 기술지원 및 협업 계획	25	제안서 2 장
기술개발 능력 및 현황 - 연구책임자 전문성 - 핵심 참여인력 전문성 및 전담성 - SAR 및 편파 SAR 기술 역량 - 위성, 레이다, 안테나 시스템 연계 역량 - 동일 유사 과업 수행실적 및 증빙자료 - 시뮬레이션, 소프트웨어, 분석환경 - 시험, 검증 인프라 활용 계획 - 과제 관리 및 기술지원 대응 역량	25	제안서 3 장
예산관리 계획 - 연구비 편성의 적정성 - 인력투입 및 산정근거 - 시업, 분석, 외부 인프라 비용계획 - 집행/정산/변 및 자원활용	10	제안서 4 장
습득기술 활용계획 - 차세대중형위성 5호 C-SAR 적용계획 - 기술이전 및 산출물 인수인계 - 개발사업 기술지원 활용 방안 - 후속 연구 및 기술 고도화 계획 - 보안/지식재산권 관리	10	제안서 5 장
기타 RFP 지시이행 등 - RFP 요구사항 충족성 - 보고/회의/수시 기술지원 계획 - 품질관리 및 재현성 확보계획 - 보안 및 자료관리/ IP 준수 계획 - 기관 협업 및 지속수행성 - 제안서완성도	10	제안서작성 등의 지시이행 여부, 요구만족도 등
종 합	100	

5. 동일·유사 과업 수행실적 및 증빙자료

가. 제안자는 제안요청서의 동일·유사 과업 수행실적 평가를 위하여, 최근 10년 이내 수행한 다음 각 호에 해당하는 실적이 있는 경우 해당 수행내역과 증빙자료를 제출하여야 한다.

① 인공위성 탑재 SAR 시스템 또는 SAR 탑재체 개발사업에 참여하여 시스템 설계, 성능분석, 시험·검증 또는 기술지원을 수행한 실적

② 차량 등 지상 이동 플랫폼 기반 SAR 시스템을 직접 구축·운용하여 실제 SAR 원시데이터를 획득하고, 이를 이용한 영상형성 및 시스템 성능검증을 수행한 실적

나. 각 실적에는 사업명, 수행기간, 발주기관 또는 연구지원기관, 주요 기술내용, 제안자의 담당 범위 및 본 과업과의 관련성을 명시하고, 이를 확인할 수 있는 증빙자료를 첨부하여야 한다.

다. 각 호의 실적 보유 여부는 입찰참가자격을 제한하는 요건으로 적용하지 않으며, 제출자료는 제안요청서에 명시된 평가항목·배점 및 평가방법에 따라 평가한다. 어느 한 호 또는 두 호 모두에 해당하는 실적이 없는 경우에도 입찰에 참여할 수 있으며, 해당 항목은 '실적 없음'으로 기재한다.

라. 실적의 인정 여부와 인정 범위는 사업명만으로 판단하지 않고, 제출된 증빙자료에서 확인되는 실제 수행내용 및 제안자의 담당 범위를 기준으로 판단한다.

6. 선정

상기 기술 및 가격입찰 결과 최고점을 득점한 업체와 계약체결을 위한 협상을 실시한다. 단, 계약조건 합의의 불가 등의 사유로 인해서 3 절에 명시된 예정 계약일 전후에 계약체결이 불가능한 경우, 항우연은 상기 기술 및 가격 입찰결과에 따라 차 순위 득점한 업체와 본 건의 계약체결을 위한 협상을 추진할 수 있다. (선정결과는 개별 통보하지 않는다.)

7. 현장실사

평가 의견 등에 따라 현장 방문 등으로 확인인 필요한 경우에 한해서, 협상기간 동안에 제안자와 세부 방안을 협의 및 실시한다.

III. 기타사항

1. 유의사항

○ 제안서 및 제안서와 관련되어 제출된 모든 문서는 제안자(기관)의 이익을 보호하기 위해 공개하지 않는 것을 원칙으로 함

○ 제안된 내용이 사실과 다르거나 허위로 판명될 경우, 이로 인하여 발생하는 모든 민형사상의 책임은 제안서를 제출한 자에게 있으며, 이에 따른 모든 행위를 무효로 함

2. 대금지불 계획

○ (선금) 계약금의 50% (착수회의 실시, 계약후 1월 이내)

○ (중도금) 계약금의 30% (중간점검회의 실시, 계약후 6월 이내)

○ (잔금) 계약금의 20% (최종보고서 승인, 계약 종료일)

3. 지적재산권 및 보안

○ 본 건의 수행을 위해 항우연 등이 제공하는 기술자료를 포함하여, 본 건 수행의 일환으로 생산되는 모든 C-SAR 관련 기술자료 및 그 지적재산권은 항우연에 귀속된다.

○ 계약자는 본 건의 조건 및 산업재산권보호 유관 법률에 의거, 본 건의 수행중 및 계약 종료후 발생하는 여하한 형태의 유사품목 추가개발 및 생산(수출 포함)시에는 항우연의 승인을 득하여야 한다.

① 계약자는 본 건의 수행으로 인해 취득한 기술을 직접 활용하여 제품을 개발하는 경우 항우연과 협의하여야 한다.

② 위 ① 항의 '기술'은 본 건 수행의 일환으로 항우연 등을 통해 취득한 것으로서, 기술의 원리 및 개념을 유추 내지 이해할 수 있거나 직접 적용이 가능한 하드웨어 정보 (제작도면, 절차, 기능도) 및 소프트웨어 (소스정보, Burn-file 등) 등을 포함한다.

③ 이 항의 승인은 관련 규정 및 항우연 내규 등에 따른다.

○ 계약자는 본 건 수행상의 필요성으로 인해 항우연 등이 제공하는 기술자료에 대해서는 사본을 생산할 수 없다.

○ 계약 쌍방은 본 건 수행으로 취득하는 상대측 정보에 (계약내용, 취득자료 목록, 취득자료 내용, 취득자료 활용실태, 본 건의 경과 등) 대해서 제 3 자에게 누설하지 않는다.

ㅇ 계약자는 본 건의 종료 이전에 본 건과 관련하여 컴퓨터통신, 서적, 우편물, 기타 인쇄물 따위를 이용하여 관계분야 종사자로 하여금 본 건의 세부내용으로 추론할 수 있을 만한 내용을 포함하여 대내외 소개 및 광고를 하려는 경우, 항우연의 승인과 적절한 보안성 검토 절차를 거쳐야 한다.

① 학술 발표 및 게재도 동일하다.

② 성과를 대내외 공개하게 되는 경우는 본 건의 연구개발 성과임을 적절하게 명시하여야 한다.

ㅇ 계약자는 본 건 관련하여 유관 보안규정 및 관계 법규 등의 절차를 준용하여 기술 보안 업무를 수행한다.