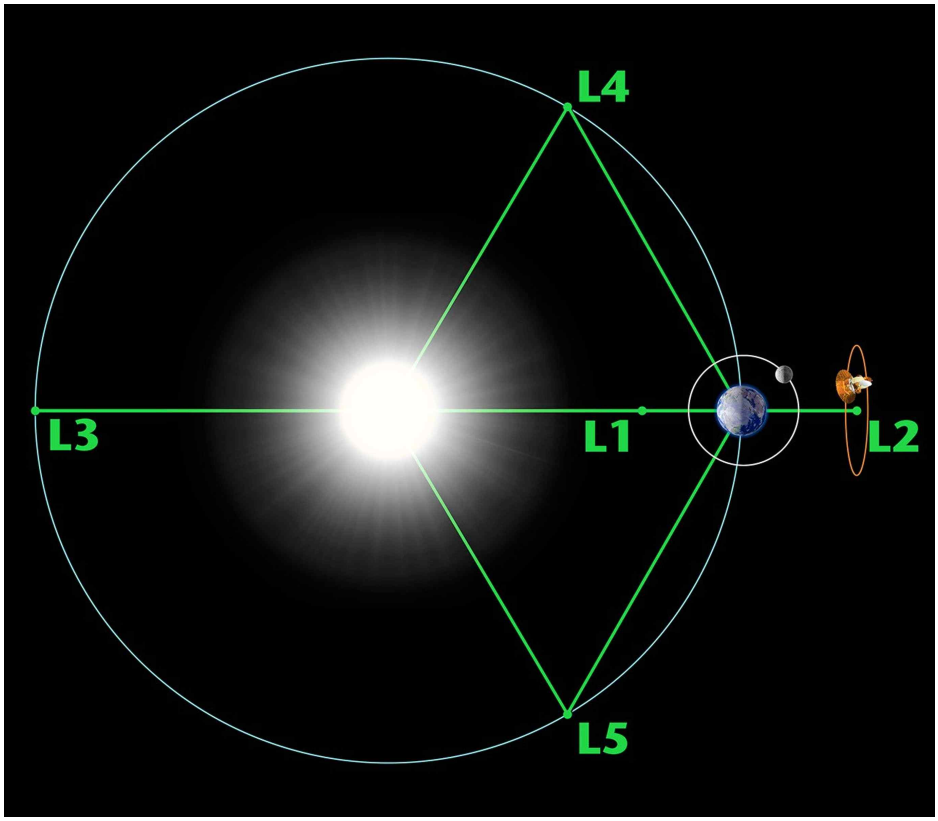
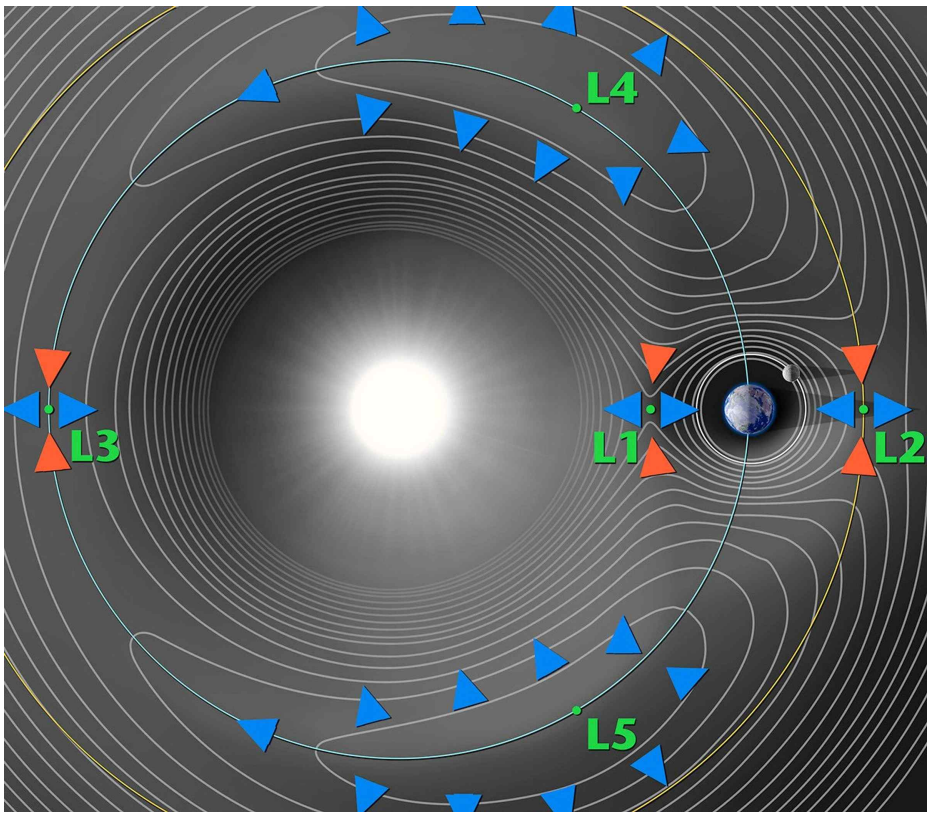
L4에 한국 주도 태양권 관측탐사선 구축을 도전하다

- 우주시대 필수인 우주환경 정보 얻고, 달 너머 화성으로!

기관	한국천문연구원	**연구자**	조경석 책임연구원 042-865-3257 kscho@kasi.re.kr
		담당자	정해임 선임행정원 042-865-2195 prstar@kasi.re.kr
전문	우주 시대를 맞아 여러 나라가 다양한 우주과학탐사 활동을 펼치고 있습니다. <우주과학탐사 인사이드>에서는 우리나라가 중점으로 준비하거나 추진하고 있는 활동들을 쉽지만 심도 있게 소개하고자 합니다. 그 첫 번째 주제는 우주에서 가장 핫한 공간인 라그랑주점에 태양권 관측탐사선을 보내는 프로젝트, 이른바 'L4 프로젝트'입니다. 신기하고도 유용한 공간 라그랑주점이 어떤 곳인지, 이 곳과 관련해 우주항공청 과학기술자들이 어떤 연구를 꿈꾸고 설계하고 있는지 짚어보도록 합니다.		
핵심 키워드	**#L4** L4란 라그랑주점 중 하나로, 태양과 지구의 중력안정점 중 한 곳입니다. 이곳에 위성을 두면 연료를 많이 쓰지 않고도 오랜 기간 안정적인 궤도를 유지할 수 있는 이점이 있어 우주의 휴게소이자 우주환경 예보를 위한 관측 최적지라고도 할 수 있습니다.		





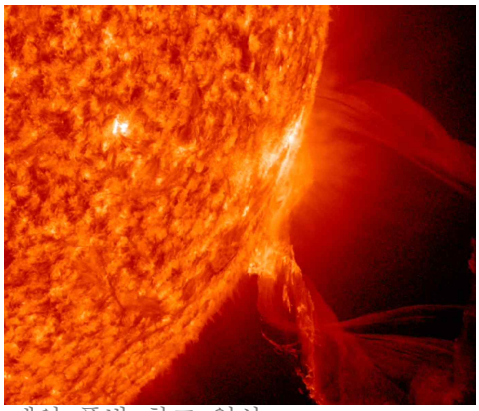
라그랑주점 (그림 출처: NASA)

연구 소개 및 목표

태양활동 발 빠르게 볼 수 있는 L4를 향해 꿈꾸다

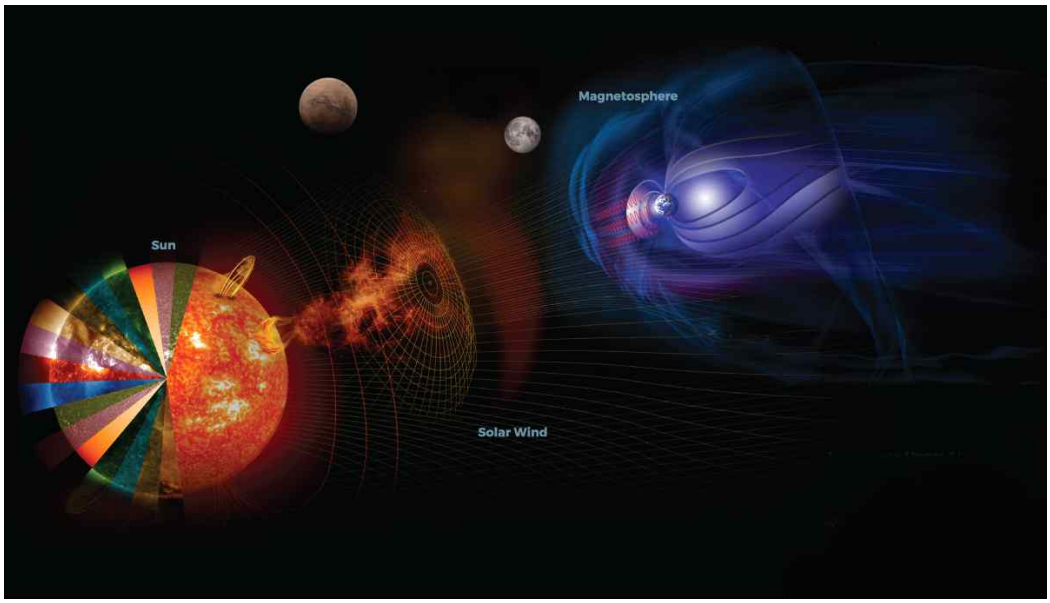
태양은 활발하게 활동하는 별이며, 태양폭발 현상으로 발생하는 고에너지입자들은 우주환경에 큰 영향을 미칩니다. 태양활동을 정확하게 예측하기 위해

서는 태양폭발 발생 지점에 대한 관측이 필수입니다. 특히 태양폭발 시 우리에게 영향을 주는 고에너지입자는 태양의 자전에 의해 휘어진 자기장을 따라 이동하는데 이 때문에 지구와 달, 그리고 화성으로 향하는 길로 오는 고에너지입자는 지구에서 보아 태양의 서편에서 출발한 경우가 됩니다. 따라서 우리에게 영향을 주는 고에너지입자의 발생 지점을 정면에서 보기 위해서는 L4 위치에서 관측해야 합니다. 즉, 태양 서편의 정면 관측이 바로 L4에서만 가능합니다. 지금까지는 태양 고에너지입자 발생 예보는 L1 한 지점에서의 관측으로만 이루어져 왔기 때문에 근본적으로 예보의 적중률이 낮을 수밖에 없었습니다. 달과 화성의 유인 우주 프로그램을 계획하고 있는 과학자들이 L4에서의 관측에 중요성을 강조하는 이유입니다.

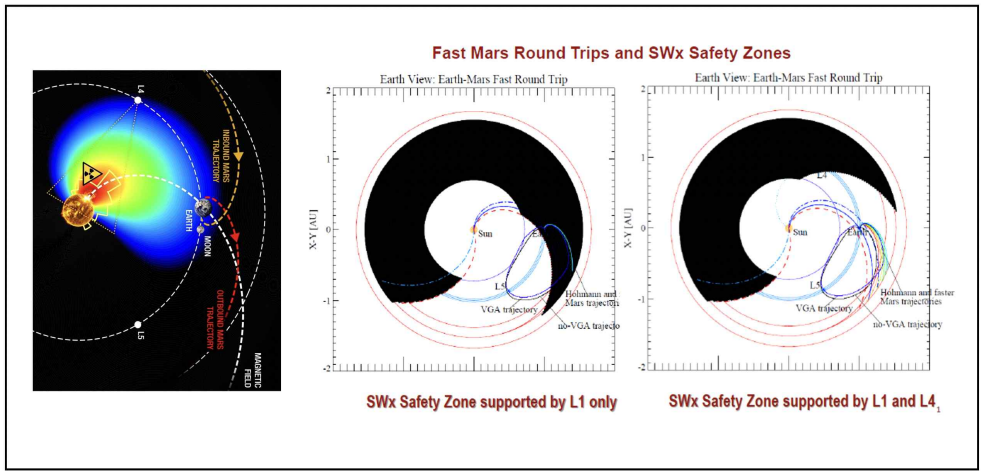


태양 폭발 참고 영상

https://drive.google.com/file/d/1gDNlvnTdL04W3MUqK15Em0mR3CCoBWBH/view?usp=sharing



태양은 활발하게 활동하는 별이며, 태양폭발 현상이 있을 때마다 고에너지입자가 발생해 지구와 우주환경에 영향을 미친다. (그림 출처: 한국천문연구원)



태양방사선 방출 모습(왼쪽)과 지구 근처의 L1 지점 관측만을 사용할 경우(중간)와 L1과 L4 동시 관측을 사용한 경우(오른쪽)의 화성 미션 수행을 위한 안전정보 범위. 검은 영역은 태양방사선 정보를 알 수 없는 곳이다.

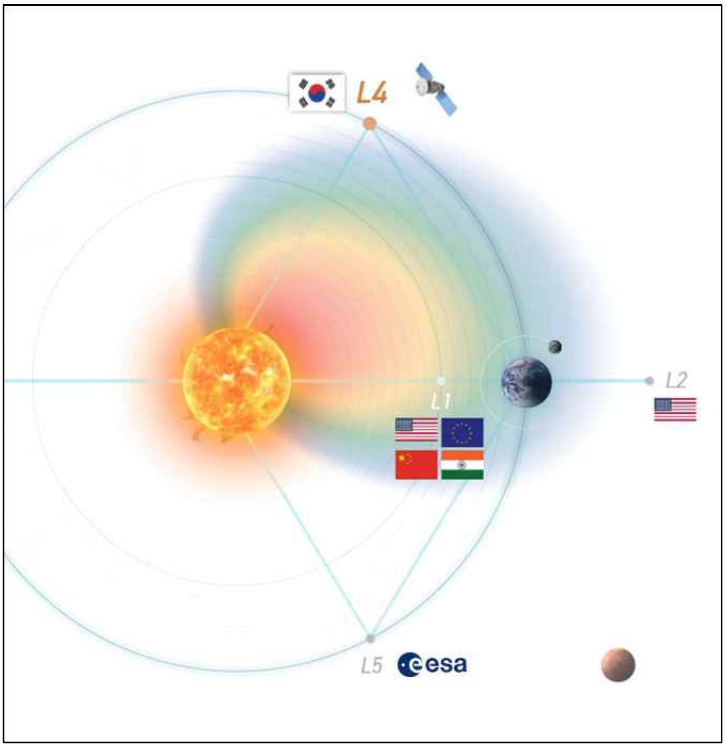
달 너머 화성까지 가는 시대, 국내외 협력으로 만들어갈 L4 탐사선

NASA 등은 달과 화성까지 인류를 진출시키기 위해 중장기적으로 미션을 추진하고 있습니다. L4 태양권 관측탐사선 구축 연구는 달 및 화성 탐사 추진의 가장 큰 위협인 태양 방사선의 위협으로부터 우주활동의 피해를 최소화하기 위해 필요합니다.

현재 우주항공청에서는 '태양권 관측 L4 탐사의 타당성 검토, 임무 발굴 및 국제협력방안 마련을 위한 기획연구'를 진행 중입니다. L4 태양권 국제 미션 개발을 위한 탑재체, 우주탐사선(위성체) 등의 국내 역량을 파악하고 추진 방안을 제시해 세계 최초 L4 태양권 관측탐사선 구축을 위한 기획안을 제안하기 위해 연구자들이 골몰하고 있습니다. 한국천문연구원을 주축으로 항공우주연구원, 한국과학기술원, 한국항공우주산업 등 국내 산학연이 참여해 기획안을 발전시키는 방향으로 진행되고 있습니다.

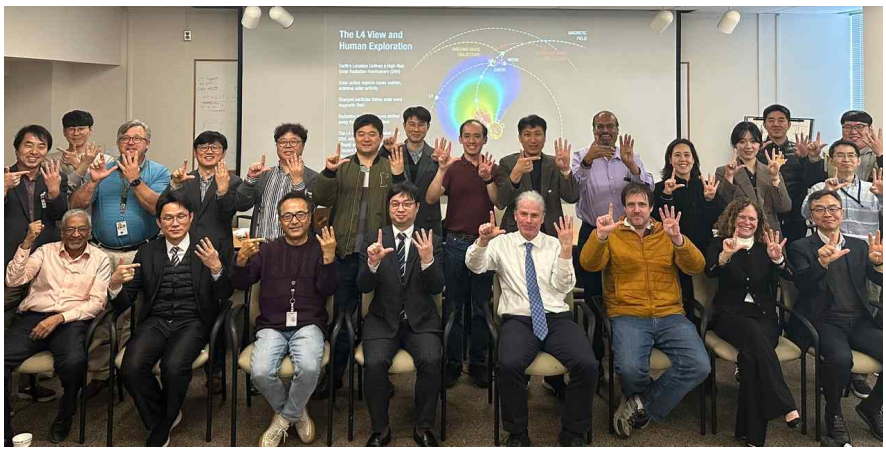
L4 태양권 관측탐사선 구축은 미국에서도 그 중요성을 인식하고 있어 이를 위한 우주항공청과 NASA의 공동연구그룹이 구성됐으며 앞으로도 협력 연구가 활발히 이루어질 것으로 보입니다.

인류가 아직 가보지 못한 위치에 국제협력으로 관측탐사선을 구축해 태양권에 대한 인류의 근원적 질문에 대한 답을 제시하고 달과 화성 탐사의 태양방사선 위협으로 보호할 수 있는 우주 파수꾼, L4 관측탐사선은 한국이 심우주 항해 및 태양권 관측 분야의 주역으로 부상할 수 있는 기회를 제공할 것입니다.

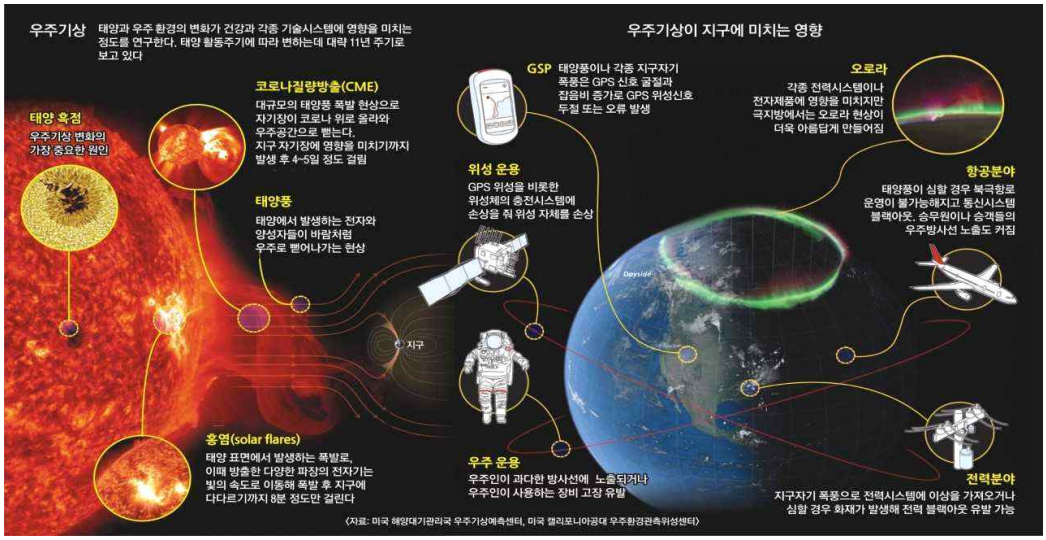
	 라그랑주점에서의 각국의 우주탐사 (그림 출처: 한국천문연구원)
관련 영상 및 자료 링크	 https://drive.google.com/drive/folders/1eUSTYydRzYZr5vML97H8RUWwU2DVaXvp
글쓴이 및 연구그룹의 소개	저는 태양계에서 유일한 별인 태양 그리고 태양으로부터 영향을 받는 우주환경을 연구하는 우주과학자입니다. 지난 30여 년간 미국우주항공청(NASA)과 일본우주항공청(JAXA) 그리고 유럽우주항공청(ESA)의 관측자료를 분석해 태양폭발과 그로 인한 지구에의 영향을 연구하며 논문을 써왔습니다. 또 한국천문연구원과 NASA의 태양권 분야 국제협력을 추진하며, 국제우주정거장용 코로나그래프 개발 사업 등을 만들고 주도해왔습니다. 현재는 한국천문연구원 사업 중 하나인 L4 기획연구 책임자이며 유엔 산하의 국제우주환경선도연구회(ISWI)와 태양우주환경과학위원회(SCOSTEP)의 한국 대표로 활동하고 있습니다.



한국천문연구원의 L4 기획연구팀은 다양한 과학자들과 엔지니어들로 구성되어 있습니다. 과학자들은 태양의 낮은 대기인 채층, 중간 및 높은 대기인 코로나, 그리고 태양-지구 간 공간을 원격에서 관측하고 분석하는 전문가들과 지구 근처의 태양풍 입자와 파동, 전파에 대해 관측하고 분석하는 연구자들로 구성되어 있습니다. 이들은 해당 분야에서 활발한 연구와 논문 출간 등을 통해 국제 연구 네트워크를 주도하고 있습니다. 엔지니어들 또한 NASA와 공동 개발한 국제우주정거장용 코로나그래프의 하드웨어와 소프트웨어를 개발하는 등 국제협력 우주기술 개발 경험이 풍부합니다.



	 한국 전문가와 NASA 전문가로 구성된 L4 합동연구그룹
최신 국내외 관련 연구 동향	**지구에서의 우주환경 연구** 태양권 탐사 분야의 연구는 지난 30년 이상 태양과 지구 선상(태양-지구 L1)에서의 관측을 바탕으로 진행해 왔습니다. 이러한 연구는 지구 근접 공간, 지구 고층대기, 그리고 지상에서의 태양활동에 의해 발생하는 인공위성 장애, 무선통신 및 GPS 장애, 그리고 전력망 붕괴와 같은 우주환경의 영향을 대비하여 최소화하는 데 크게 기여했습니다. 그러나 태양-지구 선상의 관측은 마치 투수가 던지는 공을 포수의 위치에서 정면으로 보는 것과 같아서 태양으로부터 분출되어 나오는 폭발 현상의 궤도와 속도, 그리고 도달 시간을 예측하는 데 한계가 있습니다. 투수가 던진 공의 정확한 궤적을 보기 위해서는 투수와 포수로부터 떨어진 측면에서 봐야 하듯이 태양에서부터 분출되어 지구로 도달하는 우주환경 변화를 측면에서 관측하고자 최근 유럽우주국(ESA)에서는 2032년 발사를 목표로 태양-지구 L5 탐사선 구축사업을 진행하고 있습니다. 이것은 주로 지구에서의 우주환경 예경보 적중률을 높이는 데 큰 도움이 됩니다. **유인활동에 영향 주는 지구 근처, 달, 화성의 우주환경 연구** 지구 근처 우주공간에서의 유인 활동과 더 나아가 달과 화성에서의 유인 프로그램의 가장 위협적인 요인은 방사능 피폭입니다. 태양 고에너지입자를 우리 생활에서 직접 접할 수 있는 예로 극 지역에서 주로 나타나는 오로라 현상이 있는데 이는 태양폭발에 의해 발생한 고에너지입자가 대기와 충돌하여 빛을 내는 것입니다. 고도가 높을수록 이로 인한 방사선량이 높아지는데 실제로 오로라가 보일 때에 극항로를 비행하는 승무원이나 승객은 평상시보다 수십 배 이상 높은 방사선량에 노출되며 이런 위험 때문에 항공사는 승무원들의 연간 방사선 피폭량을 정기적으로 측정 관리하고 있습니다. 국제우주정거장의 우주인들 또한 태양에서 큰 폭발이 발생하면 우주선 외부 활동을 모두 멈추고 우주정거장 안으로 대피하며 작업 일정을 잡을 때 우주환경 예경보 정보를 참고합니다. 더 나아가 가까운 미래에 계획된 달과 화성 탐사



지구에서의 태양활동에 의한 우주환경의 영향과 피해 (그림 출처: 한국천문연구원)

(Moon-to-Mars: M2M)에서의 유인 활동은 그 특성상 장시간 우주에 노출되기 때문에 태양 방사선에 의한 위험이 더욱 커지고 이에 대한 예경보는 우주인의 안전과 직결됩니다.

L4 동시 관측에 대한 국제협력 활동

우주과학 분야의 세계적인 학회인 우주과학위원회(COSPAR) 산하 국제우주환경선도연구회 실무위원회에서는 L1, L5 그리고 L4 동시관측을 권고했습니다. 태양활동 주기와 관련된 극지역 연구를 위한 고위도 관측과 함께 여러 지점의 동시 관측은 우주환경의 예보를 위한 최상의 관측자료를 제공할 수 있다는 것입니다. 이 위원회에서는 특히 유인 우주 프로그램의 핵심인 태양고에너지입자 발생과 태양 360도 전면 및 태양권의 구조에 관한 연구가 시너지를 강조했습니다. 이는 2024년 부산에서 개최한 COSPAR 총회 기간에 실무위원회에서도 발표돼 L1, L5 그리고 L4의 연속적인 동시 관측을 위한 국제협력의 중요성을 다시 강조했습니다. 최근 유럽연합의 L5 미션이 진행되면서 영국, 프랑스, 이탈리아 등 회원국에서는 L5 미션 위한 과학연구학회가 이루어지고 있는데 한국 주도의 L4 미션에 대해 많은 관심을 갖고 있습니다.