



광 디스크기술을 사용한 소형 우주 광통신 모듈의 연구개발

글 Kyohei Iwamoto / Sony 컴퓨터 사이언스연구소

번역 유정훈 / 그린광학 사업개발그룹장

1. 본 연구개발의 배경

Sony 컴퓨터 사이언스연구소(이하 소니CSL)는 응용 가능한 기초연구에 의해 인류·사회의 발전에 공헌하는 것을 목적으로 1988년에 소니에 의해 설립되고, 올해로 30년을 맞이했다. 컴퓨터 사이언스에서 시작해 오픈시스템 사이언스로 연구 어프루치를 확대해 현재에서는 도쿄와 파리의 거점에서 새로운 연구영역과 연구 패러다임을 창생하고, 신기술과 신사업을 창출하는 것에 의해 세상을 바꿔가는 것을 겨냥하고 있다.

소니CSL의 모체로 되어 있는 소니는 1946년에 도쿄통신공업으로서 창업하고, 금년 창립 72년을 맞이한다. 이 사이, 트랜지스터라디오, 탁상전자계산기, 토리니트론 텔레비전, 디지털오디오, CCD카메라렌서, 디지털카메라, 가정용 로봇 등, 기술에 의해 사업을 많이 개척해왔다. 이들 사업 활동은 기술이 사업자체를 지탱함과 동시에 사업 활동이 기술 축적을 가능으로 한다. 이것은 기술에 의한 사업우위성을 연속적으로 획득할 뿐만 아니라 새로운 사업 활동을 전개하기 위한 귀중한 자산의 형성에 연결한다. 이미지센서기술, 광학기술, 디지털신호처리기술, 메카트로닉스기술 등이 대표적인 예이다.

이 중에서도 광학기술은 최근의 사업 활동에서 디지털카메라, 스마트폰, 데이터센터용 광 디스크에 전개될 뿐만 아니라 세포 분석기와 내시경에 관련하는 새로운 사업을 전개할 때의 요소 기술로 되어 있다. 그러나 예를 들면 세포분석기에서는 광학기술뿐만 아니라 세포를 인식하기 위한 라벨링 기술도 필요로 된다. 이것에서도 새로운 사업 활동을 위해서는 지금까지의 사업 활동에 의해 축적된 기술뿐만 아니라 새로운 기술요소를 획득하는 것도 요구된다. 또 최근에서는 많은 사업 환경에서 경쟁이 격화하고 있기 때문에 새로운 기술요소의 획득을 보다 조기에 실현하는 것이 매우 중요하게 된다.

소니CSL에서는 소니의 광학기술을 기반으로 한 연구개발을 우주항공연구개발기구(이하 JAXA)와 정보통신연구기구(이하 NICT) 등의 연구기관과 공동연구를 행해, 조기에 소형·경량화를 실현하는 우주 광통신의 신기술을 창출하고, 소형위성을 중심으로 한 가까운 미래의 인류의 우주에 대한 활동과 우주이용을 변혁해가는 것을 목표로 한다. 본고에서는 본 연구개발에 관한 경위, 현상에 관해서 말하겠다.

2. 본 연구개발의 목적

본 연구개발의 목적은 우주에서 이용 가능한 소형경량이고 절전 광통신모뎀을 실현하는 것이다.

위성 간, 위성 지상국 간도 포함한 우주에서 이용되는 통신에서는 통신에 필요한 전력과 통신 용량의 트레이드오프에 대한 과제는 오래 전부터 인식되고 있다. 그 때문에 1960년대 후반부터 공간 광통신이 우주와, 우주와 지상을 접속하는 광통신기술로서 연구개발이 진행해왔다. 1990년대부터 본격적으로 위성 간 및 위성 지상 간의 장거리통신에 공간광통신이 도입되어 실증이 진행되고 있다¹⁾. 1997년에 발사된 프랑스의 SPOT-4에 탑재된 Pastel은 LEO(지구저궤도)-GEO(정지궤도) 간을 최대 50 Mbps에서 접속하는 180 W의 소비전력, 160 kg의 질량을 가지는 공간 광통신 시스템으로서 연구 개발되었다. 2001년에 발사된 정지궤도위성인 ARTEMIS를 사용해서 실증이 행해졌다²⁾. 일본에서는 2005년에 OICETS에 탑재된 LUCE가 LEO-GEO 간을 최대 50 Mbps로 접속하는 220 W의 소비전력, 140 kg의 질량을 가지는 공간 광통신 시스템으로서 개발되고, 궤도상에서의 실증이 행해졌다³⁾. 2008년에는 독일의 TerraSAR-X에 탑재된 광통신 시스템은 140 W의 소비전력, 45 kg의 질량을 가지는 시스템으로서 연구 개발되고, 최장 4900 km로 되는 LEO-LEO 간을 최대통신용량 5.6 Gbps에서 접속하고 실증이 행해졌다⁴⁾. 2014년에는 일본의 SOCRATES에 탑재된 SOTA가 LEO-GND [YH1] 간을 최대 10 Mbps에서 접속하는 약 23 W의 소비전력, 약 6 kg의 질량을 가지는 공간 광통신 시스템으로서 연구 개발되고 실증이 행해졌다⁵⁾. 또 현재 토후쿠대학을 중심으로 연구 개발된 RISESAT에 탑재된 VSOTA가 LEO-GND 간을 최대 100 kbps에서 접속하는 약 10 W의 소비전력, 약 1 kg의 질량을 가지는 공간 광통신 시스템으로서 연구 개발되고, 실증이 예정되고 있다⁶⁾. 한편 최근에서는 초소형, 소형위성의 상용이동이 활발히 되고 있다. 예를 들면 미국의 샌프란시스코에 거점을 가진 Planet Labs사는 큐브 셋(CubeSat)을 활용한 지구관측위성을 저궤도 상에 100기이상의 인공위성군(constellation)을 구성하는 것에 의해 최신화상이라도 종래의 작업 요청 기반이 아니라 클라우드 상의 데이터를 이용하는 워크플로우를 실현하여 기존과는 차별화된 사용모델이 구축되어 있다. 또 같은 인공의 실리콘밸

리에 있는 Google 산하를 거쳐 현재에서는 Planet사 산하로 된 구 Terra Bella사도 120 kg정도의 저궤도위성을 기반으로 지구 관측위성의 콘스테레이션의 전개를 진행 중이다. 지구관측이외에도 기상예측의 PlanetIQ사와 데이터통신의 OneWeb사를 포함해서 초소형 및 소형위성을 활용한 사업이 계속 생기는 상태이다. 이상으로 대표되는 특히 지구저궤도의 이용은 지금까지와는 달리, 민간사업자가 주체로 되어 비교적 소형의 위성군을 이용하는 것에서 새로운 이용과 이용방법을 개척하고 있는 것이 특징적이다.

본 연구개발에서는 특히 초소형 및 소형위성에서도 이용이 가능으로 되는 “소형”, “고출력”, “고효율” 및 “적절한 고신뢰성”을 담보한 LEO에서의 광통신을 위한 광통신모듈을 실현하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 기술연구개발에서는 지금까지의 소니 사업 활동에서 축적해온 광학기술을 활용하고, 초소형·고효율 레이저 광학시스템을 실현할 뿐만 아니라, 우주 이용 가능한 기술로 하기 위해 공동연구개발을 행하고, 지상에서의 실적이 있는 기술을 재빨리 우주환경으로 대응을 가능으로 하는 기술로 하기 위해 궤도실증시험의 준비를 포함해서 활동하고 있다.

3. 광통신모듈 연구개발의 개요

본 연구개발에 대한 광통신모듈의 개요에 대해서 말하겠다. 그림1에 나타냈듯이 지구근방에서 위성광통신에서는 GEO-GND, GEO-LEO, LEO-LEO, LEO-GND의 패턴을 생각할 수 있다. 초소형, 소형위성이 콘스테레이션을 구성하는 것을 포함해서 많이 활약한다고 생각되는 궤도는 LEO라고 생각된다. 본 연구개발에서는 LEO의 이용을 상정해서 타깃으로 하는 광통신모듈의 개요를 검토했다(그림1 굵은 선).

지금까지 위성 간 광통신에 관련한 연구개발을 행해왔다. 한편 궤도실증시험은 우주에서의 이용을 상정한 연구개발에 있어서는 중요한 마일스톤이다. 소니CSL에서는 조기에 당해 연구개발의 성과를 사회에 구현해 나가는 것을 목적으로 해서 궤도실증 시험에 관한 검토를 JAXA와 행했다. 그 결과, 국제 우주정거장(이하 ISS)에 대한 “KIBO”일본 실험동(이하 JEM)에 접속되어 있

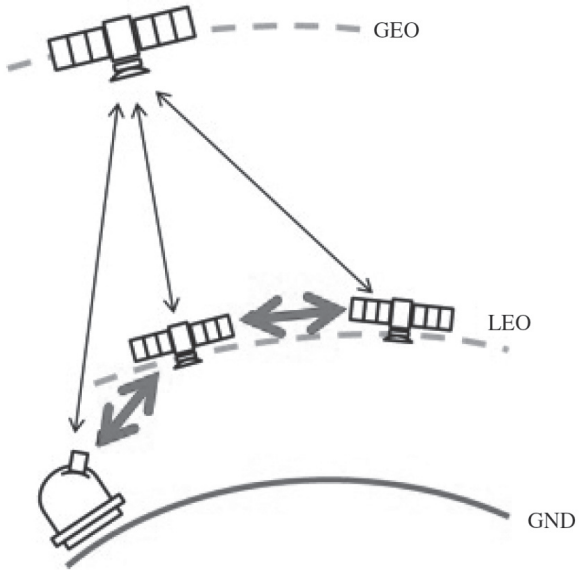
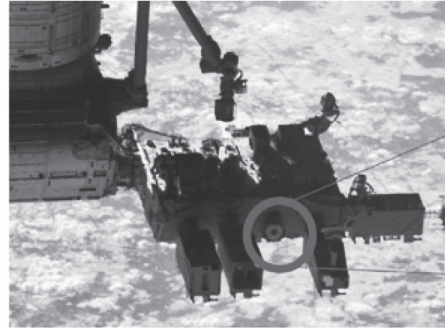


그림1: 지구 근방의 공간광통신의 패턴

는 선의 실험 플랫폼(이하 JEM 노출부)을 이용해서 LEO와 지상에서 실험을 행하는 것으로서 그 공동연구를 현재 진행하고 있다.(그림2) 본궤도실증시험에서 JEM 노출부를 이용하는 것이 위성개발을 행하는 것 없이 광통신모듈에 관한 연구개발에 특화할 수 있는 점, 발사에 관계하는 제약에 관해서도 ISS에 물자 등을 수송하기 위한 로켓을 이용하는 것이 가능하기 위해 유연한 대응이 가능한 점, 또 통상 위성탑재를 행한 경우는 공시체의 지상 회수는 매우 곤란한중 회수 후, 지상에서 사소한 해석이 가능한 점이 본 연구개발에 있어 중요하다고 판단했다.

JEM 노출부에 탑재하는 광통신모듈은 광 지상국과 최대 1000 km 거리에서 쌍방향 통신을 최대 100 Mbps에서 행하는 것을 예상하고 있다. 광 출력은 초소형 위성에서도 도입 가능한 레벨의 전력을 상정하는 것이 필요한 것은 위성 간 통신과 같은 식이고, JEM노출부에서는 충분한 전력공급이 가능하지만 약 500 mW의 광 출력으로 한 1550 nm대의 단일송신광학계가 배치되어 있다. 이 송신광학계는 정밀 추적기구로서 광 디스크기술을 이용한 광학계를 가지고 있다. 그림3에 이번의 궤도실증시험에



광통신모듈 설치장소



그림2: 궤도실증시험에서 이용하는 ISS 및 JEM 노출부 (JAXA, NASA 제공)

사용하는 통신광학계 유닛을 나타냈다. 이 유닛은 높이 100 mm, 횡폭 90 mm, 깊이 150 mm(돌기부를 제외)로 되어 있고, 중량은 1 kg정도로 했다. 또 포착, 거친 추적을 포함해서 복수의 센서를 이용하기 위해 3개의 광학계에 의해 구성되어 있다. 포착, 거친 추적의 동작은 본 통신광학계에 접속되는 짐벌에 의해 행하는 구성으로 하고 있다. 본 궤도실증시험에 의해 광 디스크기술을 응용한 광통신기구의 기본기능을 본 시험에 평가하는 것과 동시에 지상화수후의 해석을 행하는 것에 의해 운용유지 성능을 평가하고, 이후의 필요로 하는 기능·성능을 유연히 디자인할 수 있는 기반으로 되는 데이터를 취득하는 것을 목표로 한다.

본 연구개발에서는 지상에서 실적을 가지는 소니의 광학기술뿐만 아니라 우주환경에 대응하는 기술, 지상과의 광통신에 관련하는 기술이 필요하다. 예를 들면 우주환경에 대응하는 기술로서는 정밀 기계제어에 사용하는 액추에이터기술의 우주환경 내성의 계측 및 대책기술의 구축, 집적광학계의 진공환경 하에 대한 열진공 및 열충격시험과 그 대책 기술이 있고, 또 지상과의 광통신기술에 있어서는 광 지상국에 관련하는 운용기술, 대기에서 받는 특유의 노이즈에 대한 신호처리방법 등을 들 수 있다. 특히 민생이용에 관한 우주기술개발경쟁이 격

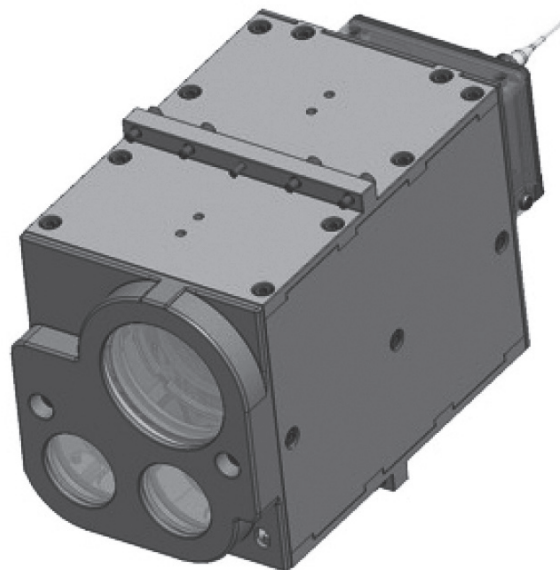


그림3: 통신광학유닛



화하는 중에서 JAXA와 NICT와의 공동연구를 행하는 것에 새로운 기술을 조기에 실증할 수 있도록 노력하고 있다.

4. 결론

본고에서는 소니CSL에서 진행하고 있는 광 디스크기술을 이용한 저궤도 소형위성에서의 이용을 목적으로 한 소형 광통신모듈에 관한 연구개발의 개요를 그 배경, 목적과 함께 설명했다. 또 우주에서 이용 가능한 기술로 하기 위해 필수인 궤도실증실험에 관해서 ISS의 JEM노출부를 이용하는 계획에 관해서 말했다. 본 연구개발은 최근 현저히 변화가 보이는 초소형 및 소형위성을 활용한 지구저궤도의 이용에서 반드시 필요로 되는 통신로를 효율적으로 실현하는 광을 매체로 한 통신수단 중에서 그 과제인 소형, 경량화를 실현할 뿐만 아니라 실현수단으로서 양산화기술을 기반으로 하는 것에 의해 메가 콘스테레이션(거대 위성망)을 필두로 한 새로운 우주이용의 시대를 맞이하는 사회로의 공헌을 할 수 있는 것을 목표로 하고 있다.

마지막으로 본 연구개발의 일부는 JAXA, NICT와 공동연구로서 실시하고 있는 것이다. 여기에 양 기관의 관계자 분들에게 감사한다.

참고문헌

- 1) Alex A. Kazemi, Allen Panahi : Space-based laser systems for inter-satellite communications, Proceedings of SPIE, Vol. 8368, 83680H-1, 2012.
- 2) Zoran Sodnik, Hanspeter Lutz, Bernhard Furch, Rolf Meyer: Optical Satellite Communications in Europe, Proc. of SPIE Vol. 7587, 758705-1, 2010.
- 3) 光衛星間通信実験衛星(OICETS)特集, 情報通信研究機構季報, Vol. 58, 1-138, 2012.
- 4) Michael Witting, Harald Hauschildt, et al.: Status of the European Data Relay Satellite System, Proc. International Conference on Space Optical Systems and Applications(Oct. 9-12), 2012.
- 5) Toshinori Kuwahara, Kazuya Yoshida, et al.: Laser Data Downlink System of Micro-satellite RISESAT, 27th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, SSC13-II-5, 2013