

# 위성 측위기술 개발의 현황과 대응

일본우주개발위원회/  
계획조정부회 위성측위/  
기술분과회 작성

## 1. 위성측위기술의 국제적 개황

위성측위기술분과회에서는 위성측위시스템의 현상과 문제점 위성측위에 대한 니즈 및 장래동향의 예측과 일본이 착수해야할 기술개발과제에 대해 각분야의 전문가에 의한 심의를 통해 다음과 같은 소견 및 결론을 얻었다.

현재 전세계적으로 가동하고 있는 위성측위 시스템은 미국국방총성이 관리운영하고 있는 GPS와 러시아연방국방성이 관리운영하고 있는 GLONASS의 2종류이며 모두 군용으로 개발된 시스템이며 그 이용의 일부가 민생용으로 개방되고 있다.

미국은 96년 3월에 발표한 GPS에 관한 미국정부의 신정책(대통령 결정)에 의해 계속적인 무상이용을 보증함과 동시에 10년 이내에 S/A를 폐지(단 미국정부는 군에 대해 S/A폐지를 위해 충분한 준비기간과 자금을 제공한다)하기로 했다. 그리고 GPS를 세계의 위성측위

표준으로 할 것을 제창하여 장래의 GPS Block II F위성까지 계획하고 있다.

러시아는 GLONASS를 1995년에 완성시켜 측위신호를 96년부터 15년간 민간에게 무상개방하기로 하고 있다.

유럽은 GNSSI로서 오버레이 방식에 의한 GPS/GLONASS증강계획을 진행시키고 있고 또 내용은 명확치 않으나 GNSS2로서 정지위성과 주회위성을 통합한 장래형 민간위성측위 시스템을 검토하고 있다.

실용화 하고 있는 GPS GLONASS 모두 지리적조건에 의해 신호가 끊어지는 문제 태양활동 최성기의 정밀도 열화문제 지상과의 전파간섭문제등 이용면에서의 기술적 문제가 있으며 동시에 군민양용 시스템에 기인하는 문제, 국제표준화의 문제 등 제도면에서의 문제도 있다.

따라서 양 시스템 모두 위성측위 시스템으로서 기대되는 완전성

(세계 어디서나 이용중에 필요한 정밀도가 보증 된다)공개성(누구나 자유로이 이용할 수 있다.)의 3조건을 담보하고 있다고는 말하기 어렵다.

위성측위 시스템 구축상 기초가 되는 위성탑재용 원자시계 시각관리기술 및 고정밀도레도 결정기술에 대해 일본의 현황은 다음과 같다.

원자시계는 CRL로 수소 메이저 시계의 연구를 실시하고 있으며 필요한 주파수 안정도는 얻어지고 있으나 위성에 탑재하기 위해서는 내진동 특성 내열 진공특성, 내방사선특성의 개선, 소형 경량화 및 저소비전력화 등 과제가 많다.

위성군의 고정도시각관리기술은 일본에서도 경험이 없다. 미지의 기술이며 ETS-VIII으로 원자시계를 탑재한 위성측위요소기술시험이 계획되고 있다.

레도결정기술은 NASDA에서 지금까지의 위성레도결정기술의 실적을 기초로 개발이 가능하다. 실시

간 궤도결정에 대해서는 ETS-VI에 있어 이미 시험을 실시하였으며 향후의 위성에서도 다시 실험을 계획하고 있으나 아직 GPS의 정밀도를 상회하는 서비스의 실현에는 여러가지 과제가 많다.

위성측위 이용면에서 일본에서는 GPS가 폭넓게 이용되고 있다. 건설측량, 지각변동 관측에서는 GPS가 주류기술로서 불가결한것이 되고 있다. 농림업에서는 아직 연구단계로 보급은 되어있지 않으나 이용의 잠재적 니즈는 높다. 육상교통에서는 가나비케이션이 널리 일반에게 보급하여 하나의 산업으로서 발전단계에 있다. 해상항행 시스템이나 항공관제 시스템에도 안전한 항해에 GPS는 이용되어가고 있으며 우주개발에서도 위성의 고도추정 및 궤도결정에 이용되고 있다.

이와같은 상황속에서 이용자는 완전성 정상성 및 공개성이 담보된 완전한 위성측위 서비스를 바라고 있고 그 수단으로서 GPS자신의 발전 이용기술의 향상 및 일본에서의 위성측위기술의 개발이 필요하다고 생각하고 있다. 기술개발측은 위성측위기술은 GPS보완방책의 하나로서 유효하며 일본의 기초기술로서 확립하여야 하며 국제협력면에서의 기술공헌에도 필요하다고 생각하고 있다.

위성측위를 둘러싼 제사정을 고

려하여 다섯가지의 시나리오를 입안하여 각각 장점 단점을 검토했다.

**시나리오 1**

장애에 해외위성측위 시스템을 이용하는것 뿐으로 위성측위기술을 개발보유하지 않는다.

**시나리오 2**

GPS 이용을 기초로 하나 가장 기초가되는 3기술만을 개발하여 최소한의 수의 위성에 의해 실증한다.

**시나리오 3**

GPS보완을 기본으로하여 GPS가 없어도 일본주변의 지역적인 위성측위 시스템 서비스가 가능한 기술을 위성에 의해 실증한다.

**시나리오 4**

시나리오 3에 더하여 이동체 통신 미션과 복합화하여 GPS에는 없는 서비스가 가능한 기술을 위성에 의해 실증한다.

**시나리오 5**

GPS를 고려하면서 세계규모의 새로운 민생용 위성측위 시스템을 국제협력 프로젝트로서 개발하기 위해 필요한 기술을 위성에 의해 실증한다.

현재 일본의 위성측위를 둘러싼 국제적인 환경등에는 불확정한 부

분이 있으므로 당면문제로서는 어떠한 상황에도 대응할 수 있도록 위성측위기술의 개발방침으로서 시나리오 2에 의해 개발을 추진해야 할 것이다.

일본에서는 ETS-VIII 등에 의해 시나리오 2의 기술개발은 시작에 지나지 않으며 VIII의 위성수명 필요한 기술개발기간을 고려하여 국제기관에 의한 서비스제공에 대한 여론이 거론될 가능성도 배려하면 빠르게 기술개발을 본격화 할 필요가 있다.

시나리오 2 개시후에도 위성측위를 둘러싼 환경변화에 대응하여 다른 시나리오로 옮기는 문제도 시야에 넣으면서 신중한 검토를 계속할 필요가 있다.

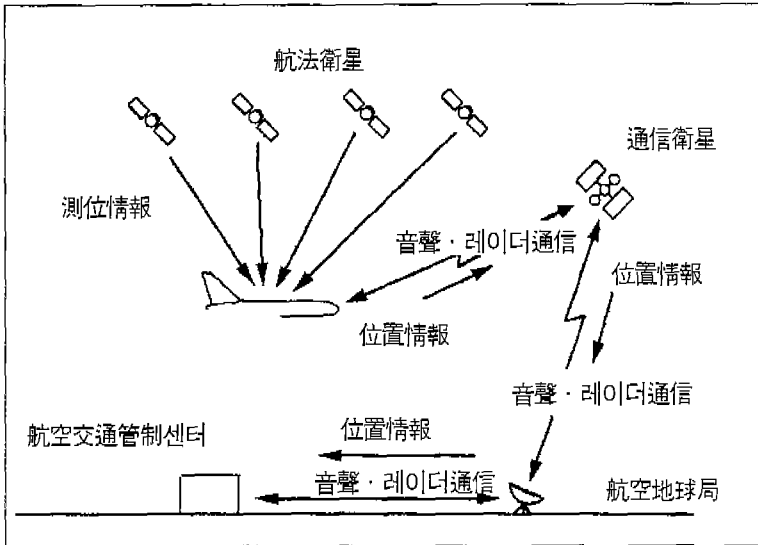
**2. 항공분야의 위성측위 시스템이용**

**(1) 니즈**

항공분야에서의 위성측위 시스템의 이용은 AD에 있어 장치 예상되는 항공교통의 증대와 다양화에 대응하기 위해 장애의 항공항법 시스템 FANS구상이 1991년에 승인되어 그 실현을 위해 준비중에 있다.

그 중에서 위성항법 시스템으로서 GNSS가 제창되어 당면 이용이 가능한 위성 시스템으로서 미국과 러시아의 GLONASS가 거명되고

## 자료



위성측위기술의 항공 운항 이용

있다.

위성을 이용한 항법시스템은 현행 지상지원형의 항공보안 시스템의 한계를 극복하여 지구상의 어떤 공역을 비행해도 일정수준의 항공보안 서비스를 제공할 수 있는 것으로 기대되고 있다.

### (2) 이용상황

항공분야의 위성측위 시스템의 이용으로서는 항공로 등을 향해 할 때 항법시스템로서의 이용(자기항공기위치의 파악)과 공항로의 진입 착륙시의 유도 시스템으로서의 이용이 구상된다. 현재 항공로를 향해하는 항공기의 항법 시스템으로서 육지상공에서는 VOR/DME 등의 지상에 설치된 항공보안시설을 이용하고 있다. 지상전파가 미

치지 못하는 해양상에서는 관성항법 시스템 INS나 관성기준 시스템 IRS등의 관성항법장치가 쓰여지고 있으나 관성항법장치에서 얻어지는 위치정보는 원리적으로 시간의 경과에 따라 오차가 커진다는 문제가 있다.

따라서 금후로는 해양상 등에서의 항법 시스템으로서 위성측위 시스템의 이용이 진보될 것으로 생각된다.

현재 공항로의 착륙유도 시스템으로서는 ILS가 이용되고 있으나 DGPS등의 고정도화에 의해 위성측위 시스템에 의한 착륙이 가능하게 될 것으로 기대되고 있다.

당면 이용가능한 위성측위 시스템으로서는 미국의 GPS가 고려되고 있으며 GPS수신기를 탑재한 항공기가 이미 취항하고 있고 미국

등에서 항공에 있어 GPS의 이용에 관한 실용화 시험등이 실시되고 있다.

일본의 대형항공기에 대한 GPS 수신기 탑재율은 현시점에서는 적으나 장차 항공기의 태반이 GPS를 탑재할 것으로 생각되며 금후로는 GPS의 적극적인 이용이 예상된다.

소형기에 있어서도 현재 대형기와 같이 자신의 항공기 위치를 알기위한 센서로서 GPS의 이용이 시작되고 있다.

소형기의 경우 항법장치의 참고로서 GPS를 이용하고 있으나 탑재기수는 적으며 일본내에서는 소형기(헬리콥터 포함)중 수십기 정도로 추정된다. 그러나 항법장치로서 기존의 기기보다 여러면에서 뛰어난다고 인식되고 있다.

### (3) 문제점

현행 위성측위 시스템을 항공에 이용했을때의 문제점으로는 측위정밀도, 위성측위 시스템의 완전성 서비스의 계속성등에 관한것을 들 수 있다. 측위정밀도등에 대해서는 해양상 및 항공로에서의 이용에 있어서는 충분하다고 생각되나 공항로 착륙유도 시스템으로서 이용하기 위해서는 더욱 고정밀도의 위치정보를 제공하기 위한 시스템이 필요하게 된다. 항공분야에 있

어 안전성은 필수사항임으로 위성 측위 시스템의 완전성과 서비스의 계속성 등의 확보가 과제가 되어 그것을 증강하는 시스템이 필요하게 된다.

로서 MSAS의 정비를 추진하고있다. 이것이 정비에 의해 GPS항공항법의 이용이 진보될것으로 생각되고 있다.

**3. 우주분야의 위성측위 시스템이용**

**(4) 장래동향의 예측**

GPS를 항공항법용으로 이용할 수 있게 하기 위해 위의 증강시스템의 정비가 추진되고 있고 일본에서도 운수성 항공국이 운수다목적 위성을 이용한 GPS증강시스템으

**(1) 니즈**

우주분야에서의 GPS이용은 인공위성등 우주기의 궤도결정(위치 속도)와 자세결정의 두 종류가 있다. 우주기의 궤도결정에 대해서는

지상에서의 측위와 같이 수신기를 인공위성에 탑재함으로써 가능하게되어 지상국에 의한 거리측정없이 용의하게 위성의 궤도결정을 할 수 있는 이점이 있다. 그리고 일반적으로 인공위성은 지구 센서등에 의해 자세를 검출하고 있으나 이 반송파를 복수의 안테나로 수신하여 그 위상차를 계속하여 계산처리하는데서도 자세가 결정 될 수 있다.

이 때문에 GPS수신기에 의해 경량 저전력 시스템이 구축될 수 있으며 신뢰성의 향상도 기대되는 등 장점이 있다.

**(2)이용상황**

우주에 있어서 GPS의 주된 이용상황은 다음과 같다.

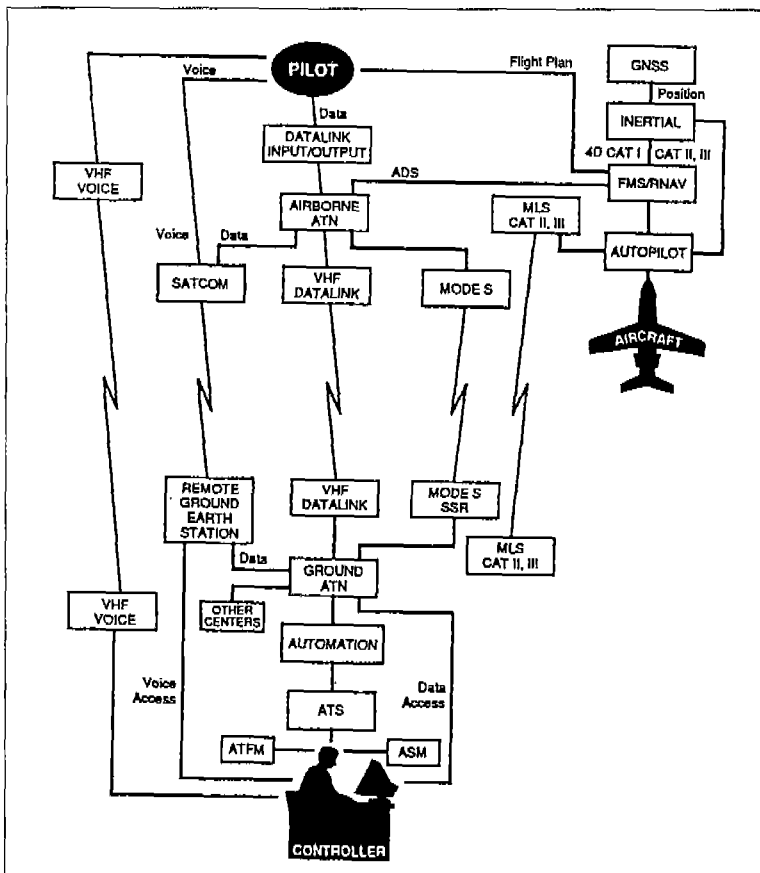
**①궤도결정**

GPS에 의한 우주기의 궤도결정은 1982년에 발사된 바 있는 LANDSAT 4가 실험적으로 실시한것을 시작으로 미국을 중심으로 많이 실시되고 있다.

이 분야에서 주된 GPS이용 실험위성은 다음과 같다.

**■ LANDSAT 5**

- 발사 : 1984년
- 궤도고도 : 약 700km



측위 위성을 이용한 FANS의 개념도

## 자료

- 미션 : 지구관측
- GPS이용방법 : 궤도결정과 위성시각 시스템 동기 (종적계 열로서 사용)

### ■ EUVE

- 발사 : 1992년
- 궤도고도 : 약 500km
- 미션 : 극 자외선 관측 (NASA)
- GPS의 이용방법 : P코드 유사거리 및 LI 반송파 위상계측에 의해 궤도결정실험을 JPL로 실시하고 있다.

### ■ JOPEX/POSEIDON

- 발사 : 1992년
- 궤도고도 : 1,336km
- 미션 : 전지구규모의 기상예측 개선등을 위한 해면고도의 정밀 머펅등 (NASA/CNES공동 프로젝트)
- GPS이용방법 : 3종류의 방법 (레이저리플렉터아래 레이다 고도계 도플러 렌징시스템)에 의해 위성고도를 10cm이하에서 추정하고 있다.

여기에 더해서 6채널 GPS수신기를 정밀궤도결정의 신수법 실증을 위해 탑재하여 L1, L2반송파 위상수신 간섭측위방식에 의해 오프라인처리로 위성위치를 수십센티미터이하의 정밀도로 추정하고 있다고 하고 있다.

### ■ OREX

- 발사 : 1994년
- 궤도고도 : 약 450km
- 미션 : 재돌입비행 환경하에서의 공기력 및 공력가열등의 기초데이터의 취득
- GPS이용방법 : 궤도상 및 재돌입시에 있어서 수신기에 의한 항법기초 데이터의 취득 및 재돌입시의 평가해석용 항법 데이터의 초기치 결정 (LI C/A코드 수신)

### ■ SFU

- 발사 : 1995년
- 궤도고도 : 약 300km내지 500km
- 미션 : 우주환경하에서 장기간의 실험
- GPS의 이용방법 : GPS를 이용한 온보트 궤도결정시험을 실시

### ■ ALFLEX

- 실험 : 1996년
- 고도 : 약 1500m~착륙까지
- 미션 : 우주왕복기기술시험기의 자동착륙기술의 기초를 굳히고 각종 기술데이터의 취득등
- GPS의 이용방법 : 지상에 모의 GPS위성을 배치하는 방식의 차분항법에 의한 자동착륙 페이스의 고정도항법실험을 실시(분리지점설정, 착륙항법

데이터 취득) (LI, C/A 코드 수신)

### ■ ETS-V II

- 발사 : 1997년 예정
- 궤도고도 : 약550km
- 미션 : 랑데부 토크 기술실험 우주용 로보트 기술실험 등
- GPS이용방법 : 500m이원의 랑데부용의 궤도제어 센서로서 GPS수신기를 타겟 위성파체이저 위성에 탑재하여 GPS 상대항법을 실시할 계획(LI, C/A코드 수신)

### ■ ADEOS-II

- 발사 : 1999년
- 궤도고도 : 약 800km
- 미션 : 지구관측 플랫폼 기술 위성에 의한 관측의 계속 고도화 지구환경문제에 관한 전지구적규모의 물 에네르기 순환의 메카니즘 해명에 불가결한 지구과학 데이터의 취득등
- GPS 이용방법 : 미션데이터에의 위치정보배선을 GPS를 가지고 시행한다. 온보트 수신기와 지상기준점의 GPS수신기를 이용한 상대측위방식으로 고정도위치결정실험을 계획하고 있다. (위치정보배신 : 100m 이하 고정도위치결정 실험목표치 : 2~3m) (L1, C/A코드 수신)

■ ALOS

- 발사 : 2001년도 예정
- 궤도고도 : 약 690km
- 미션 : 지도작성 지역관측 재해상황 파악 자원탐사 등
- GPS이용방법 : 2주파 반송위상의 오프라인처리로 고정밀도 위치결정을 하여 관측지점의 특정에 이용할 계획이다. (정밀도 요구 : 1m이하) (L1, C/A코드 L2 수신)

② 자세결정

GPS의 반송파 위상계측 데이터를 이용한 자세결정은 소형위성등의 자세 제어계의 간략화를 의도하여 최근 급속하게 연구개발이 진전되고 있다. 93년에 썩올린 RADCAL로 최초의 궤도상 자세결정 실험이 실시되었으며 그 후 스페이스 셔틀 등을 이용한 실험이 실시되어 96년에 발사한 REX-II에서는 궤도상에서 처음으로 GPS에 의한 자세결정치를 사용한 페루프의 자세제어를 실시했다. 일본에서는 궤도상 우주기의 이용은 연구단계에 있고 항공우주기술연구소에서는 항공기를 가지고 GPS자세결정의 비행실험이 실시되었다. 세계의 주된 GPS이용 실험위성은 다음과 같다.

■ RADCAL

- 발사 : 1993년 (미국공군)
- 궤도고도 : 약 800km
- 미션 : 군사 및 민간용 C밴드 레이더 시스템의 교정
- GPS이용방법 : 2대의 GPS수신기에 의한 반송파 위상계측에 의한 자세결정

■ REX-II

- 발사 : 1996년(미국공군)
- 미션 : 전자밀도 불규칙성에 의한 전파전파의 영향 등의 연구
- GPS이용방법 : 자세 및 궤도결정

(3) 문제점 과제

- ① S/A에 의해 측위정밀도에 좌위적인 열화조치가 시행되어 있다.
- ② 누가 연구했나하는 문제가 있으며 우주기의 실시간 제어용의 센서로서 불안이 있다.
- ③ 민생용으로서 측위 서비스의 장래적인 계속성에 불안이 있다.
- ④ 우주용 항법으로서의 고도 3000km정도의 저궤도밖에 이용할 수가 없으므로 그보다 더 먼 우주기도 사용이 가능한 시스템이 바람직하다.

(4)장래동향

GPS를 이용함으로써 지상국의 지원없이도 자립적인 측위가 가능하게 된다는것 그리고 GPS에 의한 우주기의 자세결정은 종래의 자세 센서에 비해서 소형경량 저전력 저가격 시스템의 단순화등의 장점이 있는 등으로해서 많은 연구 시험등이 실시되고 있으며 향후 더 많이 이용되어 갈것으로 생각한다.

그리고 일본에서는 HOPE-X에서 GPS를 이용한 항법 또는 자세결정 기초실험 HTV에서 우주스테이션과의 랑데뷰를 위한 위치 속도결정 상대위치 결정등이 계획되고 있다.