

## 7.천문학의 혁명

- 15C에 접어 들면서 관측 천문학이 다시 발전.
- 배경
  - 달력 개혁의 필요성(율리우스력의 오차누적):달력 개혁에 사용될 정확한 천문관측의 필요성.
- 15C 코페르니쿠스 시기에 많은 관측 데이터와 천문학적 지식 축적.(프톨레마이오스 이해)

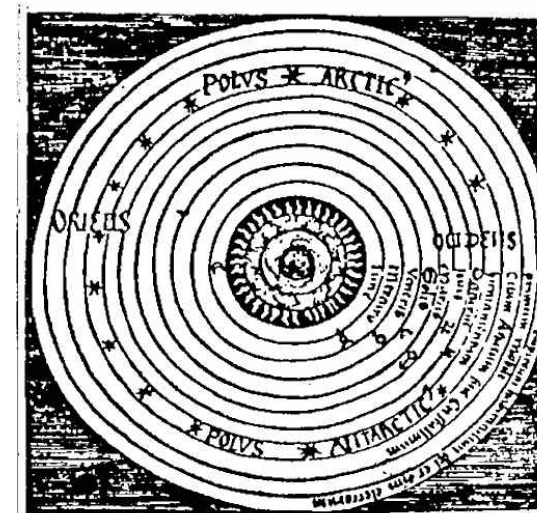
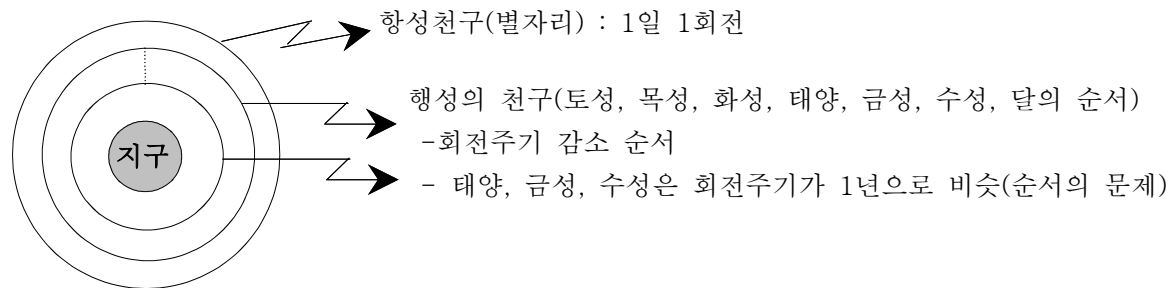


### [코페르니쿠스의 <천구의 회전에 관하여>

- 코페르니쿠스(1473~1543)
  - 1510년부터 지구가 태양 주위를 돈다는 것을 파악.
  - 1539년 레티쿠스가 코페르니쿠스 학설 요약 출판.
  - 1543년 오지안더가 <천구의 회전에 관하여>(근대 천문학의 시작) 출판

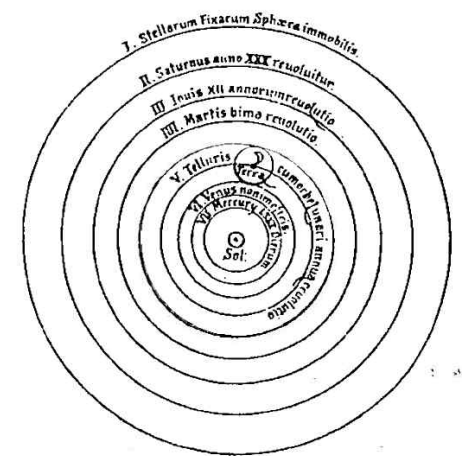
### [코페르니쿠스의 변혁]

- 프톨레마이오스의 우주 구조



THE ARISTOTELIAN SCHEME OF THE UNIVERSE

- 코페르니쿠스의 새로운 우주 구조
  - 프톨레마이오스의 우주구조와 거의 비슷
  - 우주의 중심에 있던 지구와 달을 태양과 위치를 바꿈(태양이 우주의 중심)
  - 항성천구의 1일 1회전 운동 제거 → 지구의 자전으로 별자리운동 설명.
- 해결된 문제점
  1. 지구를 주위로 한 행성들의 배열의 순서와 그것들의 주기가 지닌 문제.
    - 태양 주위 도는 금성과 수성을 지구 주위로 돌게 했기 때문
    - 태양 주위 회전주기가 가장 작은 수성으로부터 가장 큰 토성에 이르기 까지 순서대로 배열된 코페르니쿠스 우주 구조에서는 나타나지 않음 .
  2. 행성들의 역행운동 문제.
    - 지구중심 우주구조에서는 간단히 설명 안됨.
    - 코페르니쿠스 우주 구조에서는 설명됨.
  3. 내행성(수성과 금성)과 태양 사이의 거리
    - 코페르니쿠스 우주구조에서는 내행성의 궤도가 지구궤도 내에 포함되어 있어서 지구에서 봤을 때 태양과 행성 사이에 최대 이각 존재.
    - 지구 중심 우주구조에서는 태양과 내행성이 지구를 중심으로 독자적인 원운동을 하기 때문에 최대이각 존재이유 없음.



THE UNIVERSE ACCORDING TO COPERNICUS (1543)

### [코페르니쿠스 변혁이 야기한 천문학 외적인 문제]

- 프톨레마이오스 우주구조는 고대부터 중세를 통해 받아들여져 오던 아리스토텔레스적 우주관 전체와 결부되어 있었음.
- 아리스토텔레스의 우주
  - 지상계: 지구에서 달까지.
  - 천상계: 그 바깥의 세계.
  - 프톨레마이오스 우주 구조 포함.
  - 물질 원소이론(흙, 물, 공기, 불 4원소설과 성질 연결. P.26), 운동에 대한 설명들.

- 코페르니쿠스의 변혁은 이 같은 우주관에 문제를 일으킴.
  - 무거운 물체가 떨어지고 가벼운 물체가 올라가는 현상
  - 완전불변인 천상계와 불완전하고 변화가 있는 지상계의 구별 무의미.
    - (지구가 우주의 중심인 경우의 구분)
  - 우주의 중심 지구에서 바깥의 항성천구까지 유한하고 딱 짜인 우주 개념을 깨뜨림.
    - (코페르니쿠스 우주 구조에서는 지구에서 항성천구까지의 거리가 거의 무한: 우주의 크기 무한)
  - 지구의 자전운동을 왜 못 느끼는가.
    - 코페르니쿠스의 변혁은 일상 경험과도 잘 맞고 중세를 통해서 계속 받아들여져 오던 안정된 우주관과 부합되는 우주구조를 깨는 것이었음.
- 코페르니쿠스의 변혁을 일반사람들이 받아들이기에 힘들었음. 천문학자들도 받아들이기 힘들었음.
- 정성적인 설명은 간단해졌지만 정량적 기술의 어려움은 존속.
  - 부등속 타원운동인데 등속 원운동으로 여김 → 항상 오차 수반

### [신플라톤주의와 코페르니쿠스 우주구조]

- 정량적 간단함이 아닌 정성적 간단함을 받아들이기 위한 간단함, 조화로움 등을 중요시하는 미적감각의 분위기를 신플라톤주의가 제공.
- 코페르니쿠스의 태양과 수학적 간단함에 대한 견해에 신플라톤주의가 나타남.
- 조르다노 브루스 : 목숨을 걸고 코페르니쿠스 체계 고수.

### [코페르니쿠스 변혁의 한계성]

- 아리스토텔레스와 프톨레마이오스의 우주관 전체골격은 그대로 두고 세부만 바꾼 변혁.
  - (천구는 그대로 존재. 항성천구도 정지한 채로 남겨둠. 지구를 천구에 고정 시킴으로 세 번째 회전운동 필요.)
- 코페르니쿠스 : 천구고수 → 아리스토텔레스에 바탕한 중세 우주관의 강한 특징인 원을 중요시하는 경향을 코페르니쿠스가 그대로 고수.
- 천문학 외적인 의미에 거의 무관심. → 우주관 전체에 걸친 크고 심각한 문제 무관심.
  - (아리스토텔레스와 프톨레마이오스의 전반적 우주관내에 안주)
- 혁명적이었다기 보다 혁명을 시작하는 것이었다.(토머스 쿤)

- 코페르니쿠스의 한계성 깨뜨림 : 케플러(1571~1630), 갈릴레오(1564~1642)
  - 케플러: 부등속타원운동 적용, 신플라톤주의적 확신 외에 정확한 관측 데이터 필요(브라헤)
  - 갈릴레오: 코페르니쿠스의 변혁이 제기하는 역학적 문제점 연구.

### [과도기적 천문학자였던 티코 브라헤]

- 티코 브라헤(1546~1601): 육안 관측으로 가장 정확한 천문 관측을 한 사람.
- 1576년 하늘의 도시라는 천문대 세우고 근대적 천문 관측함.
- 1577년 혜성이 대기현상이 아님을 발견 → 달윗세계/달밑세계 구별 깨뜨리는데 기여.
- 행성은 지구 중심이 아니라 태양 중심
- 코페르니쿠스의 우주구조를 받아들이지는 않음: 티코의 우주 구조 제창.
- 지구(우주의 중심)에 태양과 달이 돛. 행성은 태양을 돛.
- 천문학적 관측 결과를 놓고서 티코의 구조는 코페르니쿠스 구조와 수학적으로 동등.
- 티코의 구조에서 화성의 천구와 태양의 천구가 교차: 천구는 물리적 실재가 아님.
  - ⇒ 티코는 아리스토텔레스-프톨레마이오스의 우주와 어긋나는 여러 사실을 얻어 냈으면서도 코페르니쿠스의 구조를 받아들이지 못했던 과도기적 인물.

### [케플러와 타원궤도]

- 케플러: 티코의 조수 → 티코의 사망 후 후임자(1601), 티코의 정확한 관측 데이터 활용.
- 태양 중심의 코페르니쿠스 우주 신봉.
- 원운동의 복합으로 행성의 궤도를 나타내려는 노력 포기.
- 행성에 대한 타원궤도 도입(1605), 행성의 운동에 대한 속도의 법칙
- ( $\square$ 천문학 $\square$ 1609)에 나오는 케플러의 제1,2법칙
  - 제 1법칙: 행성이 태양을 두개의 초점 가운데 하나로 가진 타원궤도를 돈다.
  - 제 2법칙: 행성의 속도는 행성과 태양을 연결한 선이 같은 시간 동안에 휩쓰는 면적이 항상 같다.
- $\square$ 우주의 조화 $\square$  (1619)

- 제 3법칙: 태양에서 행성까지의 평균거리의 세제곱이 주기의 제곱에 비례.
- ⇒ 단일한 기하학적 도형과 간단한 속도 법칙에 의해 행성의 운동을 거의 완전히 기술.
- 코페르니쿠스의 우주구조는 순전히 천문학적 면에서는 케플러에 의해 일단락 됨.
- 천문학 외적인 면에서는 케플러의 법칙들이 오히려 문제를 제기함.
  - 자연스러운 운동인 등속 원운동은 원인을 묻지 않았지만, 부등속타원운동에 대해서는 왜 그러한 운동을 하며, 운동의 원인이 무엇인가에 대한 문제가 제기됨.
  - 뉴턴(1642~1727)의 만유인력의 개념과 새로운 역학체제 출현이 되어서야 이 문제들이 해결됨.

### [갈릴레오의 망원경 관찰]

- 케플러의 법칙들과 정확한 계산에 의해 코페르니쿠스의 우주구조가 대다수의 천문학자들에게 받아들여짐.
  - 일반 사람들의 이해에는 갈릴레오가 기여.
  - 1609년 새로 고안한 망원경을 통해 하늘을 관측.
    - 별들의 거리가 멀리 떨어져 있음 → 거의 무한한 우주의 관념
    - 달의 표면이 울퉁불퉁하고 지구의 표면과 같음 → 천상계/지상계 구별에 타격 가함.
    - 태양에 흑점 존재, 그 움직임이 불규칙 → 천상계가 완전하고 불변이라는 아리스토텔레스적 관념 깨뜨림.
    - 목성에도 달이 있다 → 행성(지구)이 위성(달)을 지니는 문제 해결.
    - 금성이 달처럼 차고 기우는 것 관측 → 코페르니쿠스 구조의 예측된 결과 뒷받침.
- (코페르니쿠스 구조의 강력한 증거)
- ⇒ 쉽고 비수학적인 차원의 증거: 일반인들이 코페르니쿠스 체계를 받아들이기 쉽게 함.

	코페르니쿠스	티코 브라헤	케플러	갈릴레오
달력 개혁의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 프톨레마이오스 우주구조에서 지구와 달의 위치를 태양의 위치와 바꿈</li> <li>. 천구는 그대로 존재(원운동 중시)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 정확한 천문 관측</li> <li>. 과도기적 인물 (원운동 중시)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 타원궤도</li> <li>. 케플러 1,2,3 법칙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 일반사람들이 이해할 수 있게 함</li> </ul>