

KMTNet-SSO 시스템 사용법 및 관측 방법

A. 관측 조건 및 근무 지침

1. 관측 날씨 조건

- a. 외부 온도 -10°C 이상
- b. 돔 내부습도 85% 이하 또는 외부습도 85% 이하
- c. 주변 100 km 이내에 지속적인 낙뢰 발생이 없는 경우
- d. 풍속 15 m/s (약 60 km/h) 이하
- e. 구름 80% 이하
- f. 건물 외벽에 물이 응결되어 물이 떨어지지 않는 경우

※ 상기 날씨조건 중 한가지라도 20분이상 만족하지 않으면 관측을 즉각 중단하고
주경 덮개, 돔 셔터, 돔 창문을 모두 닫는다.

※ 관측 중 돔 슬릿에서 물이 떨어지거나 건물 외벽(돔 출입구 및 북쪽/서쪽 벽면 확인)에 응결되는 물의 양이 심각하다고 판단되는 경우에는 상기 조건을 모두 만족하더라도 즉각 관측을 중지하고 미리 커버 CLOSE, 돔 셔터 BOTH - CLOSE, 돔 창문 닫기를 진행한다.

※ 관측 중 갑자기 흐려지거나 비가오면 즉각 미리 커버 CLOSE, 돔 셔터 BOTH - CLOSE, 돔 창문 닫기를 진행한다. 이때 망원경은 Tracking만 꺼두고 움직이지 않으며, 돔 셔터가 모두 닫히면 주경과 망원경 구조물에 떨어진 물기를 제거한 후 망원경을 보관상태(파킹 위치)로 옮겨놓는다.

※ 돔 내부습도는 AUX 센서 4번을 참고하고, 망원경 온도는 AUX 센서 3번을 참고한다.

외부 날씨 정보는 SSO meteorological data - 2.3m 망원경 날씨정보를 주로 참고하고 Skymapper와 HAT 날씨정보도 보조적으로 참고한다.

- SSO meteorological data: <http://www.mso.anu.edu.au/metdata/>

- SSO HAT South weather: <http://150.203.153.131/~hatuser/wth/>

2. 상주관측자 근무 지침

a. 상주관측자의 역할

- 시설/장비의 관리 및 운영: 상주관측자는 KMTNet@SSO 사이트의 시설/장비 관리와

- 운영을 전담하여, 매일 시설/장비의 점검, 관측 전 관측장비 시동 및 초기화, 관측 후 관측장비 점검 등을 수행한다.
- 전담 관측 수행: 상주관측자는 사전에 정해진 관측일정 또는 운영팀의 요청에 따라 관측을 전담하여 수행한다. 관측 방법 및 진행에 있어서 자발적으로 판단하기 어려운 부분은 운영팀에 문의한다.
 - 관측시스템 오퍼레이션: 방문관측자가 있을 경우에도 상주관측자가 모든 관측을 수행하는 것이 기본방침이지만, 방문관측자가 직접 관측을 진행하고자 하는 경우 상주관측자는 관측시스템 오퍼레이터의 역할을 수행하게 된다. 방문관측자가 직접 관측을 수행하더라도 시설/장비 유지보수, 망원경/카메라 초기화 및 점검, 파일 저장 및 전송 시스템 점검은 상주관측자가 맡아서 수행하며, 시설/장비의 관리운영과 관련된 사항과 관측진행 여부에 대해서는 상주관측자가 정해진 관측조건과 관측기기 상태 및 기상 상황을 고려하여 결정한다.

b. 근무 관련 지침

- 상주관측자의 근무는 2교대를 원칙으로 하며 근무기간/분할 및 교대시간은 상주관측자가 자율적으로 결정 한다. 둘 중 한 명은 사이트에서 근무를 해야 하고, 비번인 관측자는 사이트에 상주할 의무가 없다.
- 관측이 불가능 한 날씨라도 최소 하루 한번은 관측소에 올라와서 시설/장비 상태점검을 수행한다. 또한 당일 날씨 예보/상황에 따라 관측이 불가능하다 판단될 경우에는 1시 이후 관측소에서 철수하여 숙소에서 대기할 수 있다.
- 폭우/폭설, 강풍, 급격한 날씨변화, 습도 상승 등에 의해 관측 시설/장비에 문제가 발생할 수 있는 상황이라 판단되면 주간에도 관측소에 방문하여 시설/장비 점검 및 문제해결 및 예방조치를 취해야 한다.
- 방문관측자가 있더라도 모든 관측은 상주관측자가 수행하며, 방문관측자가 원할 때에는 망원경/카메라 구동 및 관측 진행을 방문관측자가 직접 수행 할 수 있다. 방문관측자가 관측을 직접 수행하는 경우에도 상주관측자는 관측실에서 대기하며 방문관측자를 돕는다.

B. 관측 전 상태점검 및 망원경 냉각

1. 관측소/시설/장비 상태점검

- a. 관측소/부대장비 상태점검은 관측시작 2시간 전에 시행한다.
- b. 건물 내/외부 상태점검 – 건물 내/외부를 전반적으로 돌아보며 육안으로 파손, 누수, 오염, 전원(망원경/카메라 UPS) 등에 대해 문제가 없는지 확인
- c. 카메라 부대장비실 상태점검
 - HE Box 냉각수 공냉/순환기 냉각수 레벨 확인
 - HE Box 냉각수 공냉/순환기 누수여부 및 유동량(>2.5) 확인
 - Dry air generator 압력(~10) 및 공기 유동량(2.5~3.0) 확인
 - 쿨러 컴프레서 가스압력 확인/기록
 - 부대장비실 온도 기록(APC-Compressor 페이지에서 확인)
- d. 카메라 듀어 쿨러라인 응결 검토
 - 듀어 동쪽 쿨러라인에 얼음이 얼었는지 점검
 - OTA 쿨러라인에 물이 응결 되었는지, 물방울이 떨어지는 지 점검
- e. 제어실/컴퓨터실 상태점검
 - 컴퓨터실 냉방기 동작상태 점검 – 냉방기가 동작하지 않으면 전원 리셋
 - 제어실 정리정돈 및 관측 준비

2. 망원경 구조물 냉각

- a. 망원경 구조물 냉각은 돔 냉방기를 가동하거나 돔 창문을 열어 통풍시키는 방법으로 수행하며, 돔 내부온도가 높은 경우에는 돔 셔터까지 열어줄 필요가 있다.
- b. 외부습도가 80%를 넘는 경우에는 에어컨 가동 및 통풍을 시행하지 않는다.
- c. 낮 동안의 외부온도가 약 10°C 이하로 예상되는 경우에는 돔 냉방기를 가동하지 않는다. 대신 관측 2시간 전 상태점검 시간에 4개의 돔 창문을 모두 열어 통풍을 시작하고 플랫폼촬영 전까지 창문을 계속 열어두는 방법으로 냉각을 진행한다.
- d. 낮 동안의 외부온도가 약 10°C 이상으로 예상되는 경우에는 돔 냉방기를 이용하여 망원경을 냉각하는데, 관측 종료 후 가동을 시작하고 관측 전에 중지한다.
- e. 돔 내부 상층부 온도가 20°C를 넘는 경우에는 플랫폼촬영 30분 전에 돔셔터를 열어두고 창문은 모두 닫아둔 상태에서 냉방기를 플랫폼촬영 전까지 계속 가동한다.
- f. 냉방기 구동 시 Mode: Cooling / Temp: 16°C로 되어있는지 확인한다.

C. 주경 냉각

0. 주경 냉각 관련 유의사항

- a. 주경 냉각은 관측 종료 후에 가동하고 플랫 촬영 전에 중지한다.
- b. 낮 동안 돔 내부습도가 평균 80%를 넘을 것으로 예상되는 경우에는 주경 냉각을 시행하지 않는다.
- c. 칠러의 냉각수 설정온도(Setpoint)는 예상되는 돔 내부온도/습도와 응결점(Dew point)표를 참고하여 최고 응결점보다 1~2도 높게 설정한다.
- d. 주경 냉각 가동 순서와 방법은 다음과 같으며, 1~4번과 8-c 이후 과정은 평소 생략이 가능하다.

1. AUX 컴퓨터 전원 ON – 컴퓨터실 TCS 컴퓨터 랙

2. AUX 기기 전원 ON – 돔 북쪽벽면 아래 콘센트 옆 스위치

3. 칠러 전원 ON – 돔 북서쪽, 칠러 전면상단 제어판 좌측의 녹색 스위치를 위로 올림, 전원이 들어오면 녹색 스위치와 우측 주황색 LED가 켜지며 액정에는 on 메시지가 출력됨.

4. AUX 프로그램 실행 및 기기 연결

- a. KMTNetControls 실행 – AUX 컴퓨터 바탕화면 아이콘
- b. 칠러 통신 연결 – Chiller Control 영역의 Connect 버튼 클릭, 연결에 성공하면 Setpoint가 표시됨. 칠러 전원이 꺼져있을 때 Cooling 버튼은 회색을 유지, 칠러 전원이 켜져있고 통신이 정상적으로 이루어지면 Cooling 버튼이 빨간색이나 녹색으로 변경됨.
- c. 온도습도 모니터링 장치 통신 연결 – Environmental Control 영역의 Connect 버튼 클릭, 성공하면 온도/습도 값이 표시됨.

5. 온도/습도 확인 – KMTNetControls 프로그램에서 주경 온도 및 돔 내부 온도/습도를 확인하고 SSO 날씨 예보와 상태를 파악하여 당일 자정의 대기온도를 예상한 후, 주경 냉각이 필요하다 판단되면 다음 절차에 따라 주경 냉각 장치를 가동한다. 주경 온도는 관측 시 대기온도와 같거나 약간 낮도록 하는 것이 좋으며, 상시 주경 온도를 대기온도에 맞추는 것은 쉽지 않으므로 자정 무렵에 대기온도와 주경 온도가 비슷해지도록 주경을 냉각한다.

6. 칠러 냉각 가동

- a. 칠러 통신 연결 확인 – Chiller Control 영역의 Connect 버튼이 녹색으로 활성화 되어

있다면 칠러 통신 연결이 안되어있는 상태이므로 Connect 버튼을 클릭하여 연결, 성공하면 Setpoint가 표시되고 Disconnect 버튼이 빨간색으로 활성화 됨. 이 상태에서 통신이 정상적으로 이루어 지면 Chilling 버튼이 빨간색이나 녹색으로 변경되며, 만약 Chilling 버튼이 회색에서 변함이 없다면 칠러 전원(녹색 스위치)을 확인

- b. 칠러 냉각 ON – Chiller Control 영역의 Chilling 버튼 클릭, 성공하면 Chilling 버튼이 빨간색으로 바뀌고 Process Temperature가 표시됨. 칠러 전면 제어판 우측상단의 매뉴얼 버튼(O/I 표시)을 이용해서 켤 수도 있음.
- c. 냉각수 설정온도 Setpoint 설정 – Chiller Control 영역의 화살표 버튼이나 Setpoint 버튼을 이용하여 설정, 정상적으로 설정되면 약 1초 후에 화면에 표시되는 Setpoint가 설정하였던 값으로 변경됨. 칠러 전면 제어판 우측의 매뉴얼 버튼(▲/▼ 표시)을 이용해서도 설정 가능함. 값은 겨울철에 0~10℃, 여름철에 5~15℃ 정도로 설정하며, 주경 온도가 높아 냉각이 많이 요구되는 경우에는 Setpoint를 무작정 낮추기 보다는 가급적 냉각 시간을 늘려야 함. 주경냉각이 충분히 이루어지지 않은 상태에서는 보통 낮동안 종일 주경냉각을 가동시킴.
- d. 주경 냉각 팬 ON – Environmental Control 영역의 Fan Relay 박스에서 Fan 버튼 클릭, 팬이 켜지면 상태표시가 Off(회색)에서 On(빨간색)으로 변경됨. 팬을 켜지 않으면 주경이 냉각되지 않으므로 이 과정을 잊지 않도록 주의

7. 냉각 진행상태 검토 및 주의사항

- a. 칠러의 Process Temperature가 Setpoint ± 10 도 이내를 유지하는 지 확인, 냉각이 원활이 진행되지 않는 다면 Low Alarm에 의한 것일 가능성이 크며 칠러 전면 액정에 'LA'가 표시됨. 이때는 칠러 전면 제어판의 화살표 버튼을 눌러 알람 상태를 초기화
- b. 냉각이 진행되면서 주경 온도가 이슬점에 근접하면 잠시 냉각을 중단해야 함. Setpoint를 이슬점 이상으로 설정해 두었다면 고려할 필요 없음.
- c. 전원이 reset된 경우 팬 구동이 중지될 수 있음. 이 경우 Fan 버튼을 클릭하여 재가동
- d. 습도가 높은 경우 냉각수 호스 표면에 많은 양의 이슬이 맺혀 흘러내릴 수 있음. 이 경우 흘러내린 이슬이 encoder tape, encoder header, RA drive 등에 닿지 않는지 확인

8. 주경 냉각 끄기

- a. 주경 냉각 팬 OFF – Environmental Control 영역의 Fan Relay 박스에서 Fan 버튼 클릭, 팬이 꺼지면 On(빨간색)에서 상태표시가 Off(회색)으로 변경됨. 관측 중 냉각 팬이 가동

되는 경우에는 관측영상의 질이 저하되므로 이 과정을 잊지 않도록 주의

- b. 칠러 냉각 OFF – Chiller Control 영역의 Chilling 버튼 클릭, 냉각 중지가 성공하면 Chilling 버튼이 녹색으로 바뀌고 Process Temperature가 더 이상 표시되지 않음.
- c. 칠러 연결 해제 – Chiller Control 영역의 Disconnect 버튼 클릭, 연결이 해제되면 Setpoint가 더 이상 표시되지 않으며 Chilling 버튼이 회색으로 변경됨.
- d. 칠러 전원 OFF – 칠러 전면 제어판의 녹색 스위치를 아래로 내림.
- e. 관측을 위해 KMTNetControls 프로그램과 온도습도 모니터링 장치 연결은 그대로 둠.

D. 망원경 제어시스템 시동

0. 망원경 구동 관련 참고사항

- ① 망원경과 관련된 모든 전원장치 (RA/DEC 모터, 돔, AUX 장비, 각종 컴퓨터, 각종 디바이스)를 통칭 TCS(Telescope Control System; 망원경 제어시스템)라 한다.
 - ② 망원경 시동 순서와 방법은 다음의 1~13번 항목과 같다.
 - ③ 1~8번 과정은 평소 생략이 가능한데 TCS가 shutdown 되어 있을 때에는 관측 전에 1~8번을 모두 수행하여 모든 장비를 booting한다.
 - ④ 항상 망원경을 구동하기 전에는 망원경 주변에서 사람이 있는지, 안전한 위치에 있는지 확인하고 구동을 시작하며, 돔 내에 사람이 있을 때에는 반드시 구동이 시작된다는 것을 알린 후 망원경/돔/주경 덮개를 움직이기 시작한다.
 - ⑤ 망원경 구동 중에 위험사항이 감지되면 지체 없이 비상정지 단추(Emergency Stop)를 누른다. 비상정지 단추는 제어실 동쪽 벽면과 돔 북동쪽 제어실 출입구 오른쪽에 있으며 노란색 상자에 빨간색 단추로 되어있다. 사전에 비상정지 단추를 누르는 연습을 충분히 해보아야 한다.
 - ⑥ 망원경 전원 중 RA/DEC 모터, 돔, AUX 장비의 주 전원은 유틸리티 룸 내부 주경리프트 상단의 UPS(망원경 UPS)에서 공급되며, TCS Rack의 각종 컴퓨터 및 디바이스의 주 전원은 카메라 컴퓨터 랙 하단의 UPS(카메라 UPS)에서 공급된다.
1. **PC-TCS 및 Interface box 전원 ON** – 컴퓨터실 TCS Rack 중간 부분
 2. **AUX 컴퓨터 전원 ON** – 컴퓨터실 TCS Rack PC-TCS 아래, 본체 전면 스위치
 3. **EIB 전원 ON** – 컴퓨터실 TCS Rack AUX 컴퓨터 왼쪽 아래, EIB 장치 뒷면 스위치

4. **AUX 서브시스템 장비 전원 ON** – 돔 북서쪽, RA tail bearing 뒤쪽, 콘센트 옆 작은 스위치
5. **PC-TCS 실행 전 시각동기** – PC-TCS 컴퓨터에서 AboutTime 실행 – 지구본 모양의 아이콘 실행, 프로그램 창이 열리면 Set Time 버튼을 눌러서 시각 동기화 실행, 오차가 크면 2~3분 정도 반복하고 오차 값이 작으면 중지, 동기화 후 Alt-F4를 눌러 프로그램 종료, PC-TCS를 새로 실행하기 전에는 항상 시각동기를 수행해야 함.
6. **PC-TCS 실행** – 바탕화면 아이콘 'PC-TCS' 실행 후 파란화면에서 엔터키 입력
7. **AUX 컴퓨터에서 Telcom 실행**
 - a. 바탕화면의 Telcom 바로가기 아이콘 실행 - Telcom 창 열리며 도스 프로그램이 실행됨. Telcom 창의 별표 줄 아래에 에러 메시지 없으면 정상 가동 성공, 창은 계속 띄워둠.
8. **AUX 제어 프로그램 KMTNetControls 실행 및 기기 연결**
 - a. KMTNetControls 실행 – AUX 컴퓨터 바탕화면의 'KMTNet Ctrl' 아이콘 실행
 - b. 각 서브시스템과 통신 연결 - Dome Shutter Control을 제외한 각 서브시스템 영역에서 Connect 버튼을 클릭, 성공하면 Connect 버튼이 회색으로 비활성화 되고 Disconnect 버튼은 빨간색으로 활성화 됨. 만약 돔 전원이 켜져 있다면 창 좌측 상단의 System Control 영역에서 Connect 버튼을 이용하여 모든 기기를 동시에 연결할 수 있음.
 - c. 돔 전원이 꺼져있을 때에는 돔 연결 오류가 발생하여, 이후 돔 연결을 위해서는 프로그램 재실행 과정이 필요함. 따라서 돔 연결 전에는 반드시 돔 전원이 켜져 있는지 확인 하고, 마찬가지로 돔 전원을 내리기 전에는 돔 연결을 먼저 해제해야 함. 돔 이외의 서브시스템은 연결 오류가 발생하더라도 해당 장비의 전원을 켜면 프로그램 재실행 없이 바로 연결 가능
9. **돔 전원 ON** – 돔 서쪽, 돔 컨트롤러 원편 레버 스위치
10. **돔 컨트롤러 통신 연결** – KMTNetControls의 Dome Shutter Control 영역에서 Connect 버튼을 클릭하여 연결, 성공 시 Connect 버튼이 회색으로 비활성화 되고 Disconnect 버튼은 빨간색으로 활성화, 연결에 실패한 경우 돔 전원을 reset 하고 프로그램 재실행 후 연결 재시도, 이 때 나머지 서브시스템도 다시 연결해 주어야 하며 창 좌측 상단의 System Control 영역의 Connect 버튼을 이용할 수 있음.
11. **RA/DEC 모터 전원 ON** – 관측실 동쪽벽에 위치한 4개 스위치를 모두 ON
12. **TCC 전원 ON**
 - a. TCC 전원을 켜면 망원경이 저절로 움직이며 좌표를 찾기 때문에, 전원을 켜기 전 망원

경 주위에 물건을 치우고 RA/DEC lock이 걸려있지는 않은지 확인

- b. RA/DEC 모터 전원을 켜고 20초 간 대기
- c. TCC 전원 ON – TCS Interface box 상단 TCC 본체 전면 중앙의 전원 버튼을 누름.
- d. 전원이 켜지면 버튼 오른쪽에 파란색 LED가 켜짐. 만약 전원이 이미 켜져 있는 상태라면 버튼을 눌러 전원이 꺼진 후 다시 켜야 함.

13. PC-TCS RA/DEC 좌표 초기화 확인

- a. PC-TCS 서보가 DISABLED 되어 있는 경우에는 F10을 눌러 ENABLE
- b. TSC를 켜 후에 약 10초 후나 ENABLE 시킨 후, PC-TCS RA/DEC 박스 사이의 좌표 동기화 상태가 NoLnk에서 FIND로 변하고 망원경이 자동으로 움직이며 좌표를 초기화 함.
- c. RA/DEC 좌표 초기화가 정상적으로 완료되면 RA/DEC 박스 모서리의 좌표 초기화 상태가 REL에서 ABS로 변경되고, 이들 사이에 위치한 동기화 상태는 SYNC를 거쳐 RDY로 변하며, 동기화가 정상적인 이루어지는 상태면 RDY가 깜빡이기 시작함.
- d. RA/DEC 모터 정상동작 확인 – 좌표 초기화가 완료되어 RDY가 깜빡이기 시작한 후 10초 후에 Stow를 실행하여 RA/DEC이 모두 잘 움직이는지 확인. Stow를 실행하면 RA/DEC 좌표가 움직이기 시작하며 좌표상자 위 RA/DEC 글자가 빨간색으로 변함. 이후 정상 동작이 계속 진행되면 RA/DEC 좌표가 수렴하며 좌표상자 위 RA/DEC 글자가 빨간색에서 녹색으로 변경됨.
- e. 추적 정상작동 확인 - Tracking ON (Alt+T)을 실행하여 추적이 잘 동작하는 지 확인, 이후 핸드 패들이나 Move To Az-EI 명령을 이용하여 RA/DEC 모터 동작 및 좌표 안정에 문제가 없는지 확인. Tracking ON/OFF는 Motion - Tracking 선택이나 Alt+T 입력으로 실행할 수 있으며, Move To Az-EI는 mOve – Az-EI를 선택하여 Elevation=90, Azimuth=0와 같이 설정 후 엔터를 입력하여 실행, Move To 취소 및 망원경 정지시에는 F9를 누름. 만약 화면상에 Slew permit 표시가 안되어 있으면 Move To 동작이 안되며 이 때에는 F8을 눌러 Slew permit을 활성화 시킴.
- f. RA/DEC 좌표 및 TCC 초기화가 정상적으로 완료되지 않으면 RA/DEC 모터가 잘 동작하지 않음. 이 경우 DISABLE/ENABLE (F10)을 반복하여 링크를 초기화하거나 또는 모터전원 ON 부터 재실행.
- g. 모든 정상작동 확인이 끝나면 Move To Stow (Alt+S)를 실행하여 관측 전 까지 추적을 끈 상태로 홈 위치에서 대기.

E. 카메라 제어 SW 초기화 및 사용법

0. 카메라 제어 관련 참고사항

- a. 카메라 시스템은 카메라 망원경 Top-ring에 설치된 Camera Dewar/HE, 컴퓨터실에 설치된 카메라 컴퓨터 랙, 부대장비 실(Equipment room)에 설치된 부대장비(카메라 시스템 유지 장치)들로 구성되어 있다.
- b. Camera Dewar/HE Box의 전원과 카메라 제어 컴퓨터의 주 전원은 카메라 랙 하단에 설치된 UPS에서 공급되며, HE와 각 컴퓨터의 전원은 카메라 컴퓨터 랙 뒷부분에 설치된 PDU(APC- ComputerRack)를 통하여 분배/제어된다.
- c. 부대장비의 전원은 건물 주 전원으로부터 직접 공급되며, 부대장비 실에 설치된 두 대의 PDU(APC-Eq1-Compressor/APC-Eq2-R2000)를 통하여 분배/제어된다.
- d. 컴퓨터실의 온도/습도는 APC-ComputerRack에 접속하여 확인할 수 있고, 부대장비 실의 온도/습도는 APC-Eq1-Compressor에 접속하여 확인할 수 있다.
- e. 카메라 시스템은 보통 전원을 상시 켜두고 제어 컴퓨터도 모두 부팅되어 있는 상태로 둔다. 장시간 정전이 예고될 때에만 HE의 전원을 꺼두고 모든 제어 컴퓨터를 shutdown 시킨다. 이 때 HE 전원은 APC-ComputerRack을 통하여 제어한다.
- f. 부대장비들은 건물 주 전원이 차단되면 바로 꺼지고 건물 주 전원이 공급되면 자동으로 켜지기 때문에 정전이 있을 시에도 별도로 제어할 필요가 없다.
- g. 카메라 제어 SW 초기화 방법은 다음의 1~7번 과정과 같은데, HE 전원이 켜져 있고 카메라 제어 컴퓨터가 부팅되어 있는 정상상태를 기준으로 작성되었다. 장시간 정전이 있어 HE 전원이 꺼져있고 컴퓨터가 shutdown 되어있는 경우에는 "I. 망원경/카메라 제어 시스템 전원제어 및 Shutdown – 카메라 제어시스템 전원연결 및 부팅 방법"을 참고하여 카메라 제어시스템 전원 연결과 시동 과정을 수행한 후에 다음의 과정을 진행한다.

1. 카메라 제어 KVM 터미널 연결

- a. 관측제어 콘솔 컴퓨터의 FireFox를 실행한 후 KVM 바로가기 아이콘 "Raritan" (<http://192.168.15.13>)을 통하여 KVM 페이지로 들어간다. 로그인 화면에서 Username:

_____ / Password: _____를 입력하여 로그인하면 카메라 제어 컴퓨터의 목록이 나타난다.

- b. 컴퓨터 제어화면 접속 – 제어 컴퓨터 목록에서 각 컴퓨터 이름을 클릭한 후 나타나는 Connect 버튼을 클릭하면 해당 컴퓨터의 제어창이 열린다 볼 수 있다.
- c. 마우스 커서의 위치가 맞지 않거나 화면 위치/비율이 정상적이지 않으면 Video – Auto Sense Video Setting을 실행하고, 색상이 비정상적으로 출력될 때에는 Video – Calibrate Color를 실행한다.

2. 카메라 듀어 온도/진공 확인

- a. IC-K 재부팅 – IC-K 제어창을 열고, 리눅스 터미널에서 # shutdown -r now를 입력하여 재부팅 실행
- b. DOS 선택 – Shutdown 후 리눅스 부팅 전에 나타나는 멀티부팅 메뉴에서 DOS 선택
- c. Bruce 입력 – DOS 프롬프트에서 > bruce 입력
- d. isatotps.bas 선택 – 파일목록에서 화살표키로 커서를 isatotps.bas에 옮긴 후 Shift+F1 키를 눌러 에디터 창으로 들어감.
- e. 프로그램 실행 – 메뉴에서 Run을 선택한 후 엔터키를 누르고, PCI, ISA 선택화면에서 p를 치고 엔터를 입력하면 온도/진공 출력 프로그램이 실행됨.
- f. 온도/진공 기록 – 7개의 온도 값과 진공도를 관측일지에 기록
- g. 진공게이지 OFF – "21" 입력 후 화면상에 21 입력이 업데이트 되면 엔터키 입력, 진공도 값 앞부분이 "???"로 변경되고 진공도 값이 업데이트 되지 않으면 게이지가 꺼진 것이고, 이 상태에서도 온도값은 계속 갱신 됨. 만약 진공도를 다시 봐야 할 경우 "42"를 입력 후 화면상에 "41" 입력이 업데이트 되면 엔터키 입력, 진공게이지가 정상적으로 켜지면 다시 진공도 값이 갱신됨
- h. 프로그램 종료 – 진공게이지가 꺼진 상태에서 "-1"을 입력한 후 화면상에 "-1" 입력이 업데이트 되면 엔터키 입력, 화살표키를 눌러 메뉴가 나타나는 지 확인
- i. 재부팅 실행 – 프로그램 종료 후 KVM 터미널 창 상단에 Del-C-A 단추를 누름.
- j. 리눅스 부팅 – 멀티부팅 화면에서 CentOS를 선택하여 리눅스로 부팅

3. K.IC/M.IC/T.IC/N.IC/G.IC Startup on IC K/M/T/N/G machine

- a. 각 IC에서 Startup 실행 – IC K/M/T/N/G 컴퓨터에 각각 연결하여 리눅스 터미널에서 # virsh destroy IC2를 입력한 후, 바탕화면의 KMTN Startup을 실행
- b. Startup을 실행하면 리눅스 콘솔 프로그램인 isisrelay와 caliban이 실행되며, 도스 virtual machine TigerVNC: QEMU (IC2) 창이 열리고 내부에서 CCD 제어 도스 프로그램인 IC가 동시에 실행됨.
- c. IC 초기화 확인 – IC 프로그램이 실행된 후 상태창에 +FIBERS와 +SYNCH가 녹색으로 표시되면 HE 및 프로그램이 정상적으로 연결된 상태이다.
- d. IC 재실행 – IC 프로그램이 실행되다 저절로 종료되어 도스 프롬프트 상태로 넘어오는 경우가 있다. 이때 도스 프롬프트에서 ic를 입력하면 IC 프로그램이 재실행 된다. 혹은 구동오류가 있을 경우 해당 IC 창에서 quit를 입력 후 IC 프로그램을 종료하면 도스 프롬프트로 넘어가고, 도스 프롬프트에서 ic를 입력하면 프로그램을 재실행 할 수 있다.
- e. 만약 Startup 실행 전에 IC/ISIS/Caliban이 이미 실행되어 있고 정상작동 상태로 보이면 그대로 둔다.

4. ICS Startup on Science server

- a. 기존 ICS 종료 – Science server 컴퓨터에 연결하여 ICS와 ISIS가 실행 중인 상태면 모두 종료한다.
- b. ICS Startup 실행 – 리눅스 터미널에서 # virsh destroy IC2를 입력한 후, 바탕화면의 KMTN Startup을 실행한다.
- c. Startup을 실행하면 리눅스 콘솔 프로그램인 ISIS(ID=XIS)가 실행되며, 도스 virtual machine TigerVNC: QEMU (IC2) 창이 열리고 내부에서 카메라 Science chip 제어 도스 프로그램인 ICS가 동시에 실행된다.
- d. ICS 초기화 확인 – ICS가 실행되면서 각 K.IC/M.IC/T.IC/N.IC와 통신을 주고 받으며 서로 연결한다. ICS 초기화가 완료된 것으로 보이면 iTerm을 실행한다.
- e. iTerm 실행 – 리눅스 터미널에서 # iTerm &를 입력하여 iTerminal 창을 열고 exit를 입력하여 해당 리눅스 터미널을 닫는다.
- f. ICS – IC 연결상태 확인: ICS와 4개의 IC와 모두 연결이 되어야 영상촬영이 가능해 진다. ICS 실행 후에는 ACQSTATUS 명령어를 통하여 연결상태를 확인할 수 있다. iTerm에서 acqstatus를 입력하면 연결상태가 나타나는데 4개의 IC 상태가 모두 READY가 되면

ACQSTATUS=READY로 되고 이때 연결이 가능해진다. IC가 실행 중이지 않으면 해당 IC 상태가 N/A로 표시되며 IC가 실행 중이지만 연결이 되지 않은 상태이면 NOT_READY로 표시된다.

- g. IC 재연결 시도 - 연결이 되지 않은 IC가 있을 때에는 해당 IC에서 3.a~c 과정을 반복하고, ICS도 재실행 하면 연결이 된다.
- h. ICS가 먼저 실행되어 있는 상태에서 IC Startup을 실행하면 ICS에 즉각 연결되지 않는 경우가 있다. 이때에는 20~30초 가량 기다려야 하며 ICS가 주기적으로 IC와 통신을 시도하여 연결이 이루어진다. ICS 연결을 빠르게 진행하여 영상을 바로 촬영해야 하는 경우에는 ICS 재실행을 통하여 ICS-IC 간 연결이 빠르게 이루어지도록 한다.
- i. 각 IC와 리눅스 프로그램 간의 ID 등록 및 통신연결은 PING/PONG을 주고받으며 이루어지는데, ID가 일단 ISIS에 등록되면 iTerm에서 ">ID command_string"과 같이 원하는 프로그램의 ID를 >뒤에 붙인 뒤 명령어를 입력하면 해당 ID를 가진 프로그램이 명령어를 받아 처리하고 결과를 답변한다.
- j. ICS 상에서 일단 ACQSTATUS=READY 상태가 되면 ICS는 더 이상 각 IC와 연결상태를 검토하지 않는다. 따라서 이후 ICS와 IC의 연결 상태를 검토할 때에는 ">k.ic exp"와 같이 해당 IC에 명령어를 보내 답변이 오는지를 확인하는 방법을 사용한다.
- k. TCS Agent 실행 - Guide를 사용하지 않을 때에는 ICG 컴퓨터에서 리눅스 터미널을 열어 # tcstart를 입력하여 TCS Agent(pctcs 창)를 실행한다. TCS Agent 초기화 과정에서 ISIS와 각 IC와 PING/PONG을 주고받으며 ID 등록 및 통신 연결이 이루어진다. TCS Agent의 ID는 "TC"이며 ISIS에 정상적으로 등록되면, iTerm에서 ">tc fsstat"와 같이 입력하여 망원경 정보를 읽어오거나 망원경을 제어할 수 있다. TCS Agent가 이미 실행 중이면 tcstart 명령어를 사용하지 않고, pctcs 창에서 % >al ping을 입력하는 방법으로 ID 등록 및 통신 연결을 시행한다.

5. ICG Startup on Guider server

- a. 기존 ICG 종료 - Guider server 컴퓨터에 연결하여 ICG와 ISIS가 실행 중인 상태면 모두 종료한다.
- b. ICG Startup 실행 - 리눅스 터미널에서 # virsh destroy IC2를 입력한 후, 바탕화면의 KMTN Startup을 실행한다. 이 때 IC G 컴퓨터 상에서 G.IC와 ISISrelay가 이미 Startup

되어있는 상태여야 한다.

- c. Startup을 실행하면 리눅스 콘솔 프로그램인 ISISrelay와 TCSAgent (pctcs 창, ID=TC)가 실행되며, 도스 virtual machine TigerVNC: QEMU (IC2) 창이 열리고 내부에서 카메라 Guiding chip 제어 도스 프로그램인 ICG가 동시에 실행된다.
- d. ICG 초기화 확인 - ICG가 실행되면서 G.IC와 ICS와 통신을 주고받으며 연결이 이루어진다.
- e. G.IC 및 ICS 재연결 시도 - G.IC 또는 ICS와 연결이 되지 않은 경우에는 IC G에서 3.a~c 과정을 반복하고, ICG Startup 과정도 반복한다.
- f. TCS Agent에서는 망원경 상태확인 및 제어가 가능하며 help를 입력하면 명령어 목록이 나오고, 해당 명령어를 입력하면 매개변수에 대한 보다 자세한 설명이 나온다.

6. 관측모드/프로그램 설정

- a. iTerm에서 다음과 같이 입력하여 관측모드와 프로그램을 설정한다.
- b. >k.ic dmawait 500
- c. >k.ic datasource ctc
>m.ic datasource ctc
>t.ic datasource ctc
>n.ic datasource ctc
- d. >k.ic ledflash 1
- e. ledflash 1
- f. projid obs
- g. observer <관측자이름>

7. 진공게이지 전원 확인 및 BEGIN 영상 획득

- a. 관측 전에 해당 관측 일의 첫 영상으로 BEGIN 영상을 획득한다. BEGIN 영상으로 30초 DARK를 촬영하여 진공게이지 전원이 확실히 꺼졌는지 확인한다.
- b. dark begin
- c. exp 30
- d. go

F. 망원경 초기화 및 관측 준비

1. Focuser 위치 초기화

- a. Find Home: KMTNetControls의 Focuser Control 영역에서 Home 버튼을 클릭하여 각 Actuator 위치를 절대위치로 초기화
- b. Tip/Tilt 조정: 카메라 제어창 ICG의 KMTNet TCS Agent (pctcs 창)에서 FTTGOTO 명령을 이용하여 Tip/Tilt 값을 tns: _____ / tew: _____으로 조정한다. Tip/Tilt는 TC% fttgoto <focus> <tns> <tew>와 같이 입력하여 조정할 수 있고 TC% fttstat를 입력하여 값을 확인해 볼 수 있다.
- c. Focus 위치는 KMTNetControls의 Environmental Control의 센서 1, 2, 3번 값을 참고하여 적절히 설정함. 센서 1번은 Head Ring의 주변온도이고, 2번은 Corrector Box, 3번은 OTA 중심 프레임의 온도로, 주로 3번 센서 값을 통하여 현재 적절한 초점위치를 예상할 수 있고, 1번 센서 값을 통하여 향후 OTA 온도변화를 예상해 볼 수 있음.

2. 주경 냉각 OFF – 주경 냉각이 진행 중이었다면 C. 8 절을 참고하여 주경 냉각을 종료하고 Flat 촬영 전까지 망원경 냉각은 계속 진행

3. 돔 개방 및 연동 설정

- a. 돔 내부조명 소등
- b. 돔 개방 전 Limits 상태 및 Calibration State 확인 – 돔을 개방을 실행하기 전에 KMTNetControls 상에서 Upper Shutter의 Limits 상태가 Closed로 되어있는지 확인해야 한다. 돔 셔터의 닫힘/열림 리미트 스위치가 눌릴 때 Open/Closed가 붉은색으로 활성화되며 이때 Calibration State가 "Upper open known"이나 "Upper Closed Known"이 되며, 두 리미트 스위가 모두 한번씩 눌리면 Calibration Status는 "Complete #"가 되며 돔 셔터의 위치는 Complete 상태가 되어야 정확하게 제어된다. 따라서 Upper Shutter의 Limits 상태는 돔 개방 전에 Closed가 되도록 하고 개방 완료 후 Open 상태가되어 Calibration Status가 Complete가 될 수 있도록 한다. Calibration Status는 Settings 탭에서 확인할 수 있다.

- c. 돔 개방 – KMTNetControls의 Dome Shutter Control - Operations 박스 우측에서 Both 선택 후 Open 버튼 클릭, 돔이 완전히 열리면 Upper Shutter와 Lower Shutter의 Open Limit 상태가 회색에서 붉은색으로 변함. 돔이 열리는 동안에는 돔 내부를 살펴보고 물 방울이나 이물질이 떨어지지 않는지, 구동/마찰음이 심해지지 않는지 점검
 - d. 돔이 다 열렸는데도 구동이 멈추지 않으면 즉시 수동으로 돔 구동을 중지시키고 동작 점검 수행하여 상황을 파악한 후 운영팀에 알린다.
 - e. 돔 셔터 연동 ON – 돔이 완전히 열리면 우측의 Manual 버튼을 눌러 AutoSync 모드(망원경-돔셔터 연동)를 켜다. AutoSync 모드로 전환되면 버튼 표시가 Manual에서 AutoSync로 변경됨. AutoSync 모드를 해제하고자 할 때에는 AutoSync 버튼을 다시 누르면 Manual 모드로 전환되고, Open/Close 버튼을 눌러 돔 셔터 개폐를 실행할 경우에는 자동으로 Manual 모드로 전환됨.
 - f. Home Dome (돔 방위각 초기화) – PC-TCS - Motion - Home Dome 실행. 돔 방위각에 대한 홈위치를 찾는 동안 PC-TCS 화면 우측의 돔 구동 상태는 Dome: 에서 Home: (빨간 바탕에 흰색글자)으로 변경되며, 홈을 찾은 후에는 다시 Dome: 으로 변경됨.
 <참고> 돔구동 상태에서 Dome: 표시는 평소 돔 방위각이 망원경 위치와 정렬되어 있을 때에는 녹색글자로 표시되고, 돔 방위각과 망원경 위치가 차이가 날 때에는 빨간바탕에 흰색글자로 표시됨. 돔 방위각 초기화가 정상적으로 이루어졌는지 확인하기 위해서는 Motion - Stow dome을 실행하여 돔 방위각이 홈을 약간 벗어나게 한 다음 다시 Motion - Home Dome을 실행하여 홈 찾기를 재실행 해봄. Home Dome이나 Stow Dome을 멈추려면 Auto Dome 설정/해제를 반복
 - g. Auto Dome (돔 방위각 연동) ON – PC-TCS - Motion – Auto Dome 실행. Auto Dome 모드가 켜지면 PC-TCS 우측의 돔구동 상태가 Dome:에서 Auto:로 변경됨.
- * Home Dome과 auto Dome은 돔이 개방되는 중에 시행해도 무방함.
- h. 주경 덮개 개방 – 돔 개방이 완료되면 KMTNetControls의 Mirror Cover Control에서 Open 버튼을 눌러 주경 덮개를 개방, 진행되는 동안 Position이 0에서 100으로 변경되며 100이 되면 주경 덮개 개방 완료 상태

4. FLAT 촬영 준비

- a. 초점위치 사전 조절 - KMTNetControls의 Environmental Control의 센서 1, 2, 3번 값을

- 참고하여 적절히 설정. 센서 1번은 Head Ring 주변온도, 2번은 Corrector Box, 3번은 OTA 중심 프레임 온도임. 3번 센서 값으로 현재의 OTA 온도를 알 수 있고, 1, 2번 센서 값으로 향후 OTA 온도변화를 가늠해 볼 수 있음. 보통 센서 3번 온도의 0.2도 차이가 0.01 mm의 초점변화를 일으키며, 고도가 높아 질수록 초점을 +방향으로 조정해야 함. 초점위치 조절은 카메라 제어창 ICG의 KMTNet TCS Agent (pctcs 창)에서 "fttgoto <Abs. focus>"를 입력하거나 "dfocus <delta focus>"를 입력으로 실행할 수 있음. <Abs. focus>는 초점의 절대위치 값이고 <delta focus>는 현재 초점위치에 대한 상대위치 값
- b. 망원경 이동 - 망원경을 태양 반대방향 고도 65도로 이동시킴. 망원경 고도-방위각 이동 방법은 PC-TCS - Move To - Az-EI 선택 후 고도 방위각을 입력 후 엔터. 엔터 입력 후 곧바로 망원경이 이동하기 시작하므로 주의를 요함.
 - c. 망원경 추적 ON - PC-TCS에서 Motion - Tracking (단축키: Alt+T)을 실행시키거나, TCS Agent에서 TC% tcmd track on과 같이 입력하여 망원경 추적을 켤 수 있음.
 - d. 망원경 이동방법 사전 숙지 - 플랫 촬영 시 PC-TCS의 핸드 패들을 이용하거나 TCS Agent에서 TGUIDE 명령을 이용하여 망원경을 조금씩 움직일 수 있음. TGUIDE 명령은 TC% tguide <RA_offset> <DEC_offset>과 같이 입력하며, <RA_offset>은 RA 방향에 대한 천구상의 arcsec 각거리 임. 태양에 반대되는 고도/방위각으로 망원경을 위치 시키고자 할 때는 PC-TCS - Mov To - Az-EI 기능을 이용함.
 - e. 필터변경 명령어 사전 숙지 - 필터는 TCS Agent에서 TC% filter <fnum/fname>과 같이 입력하거나, KMTNetControls의 Filter.Shutter Control에서 해당 필터 슬라이드의 Out/In 버튼을 클릭하여 변경할 수 있음. <fnum/fname>는 넣고자 하는 필터 번호나 이름이다.
 - f. 돔 창문 닫기 - 플랫 촬영 전에 돔 창문을 모두 닫고, 플랫 촬영 후 창문을 연다.
 - g. 냉방기 가동 중지 - 냉방기가 가동 중이었다면 플랫 촬영 전에 중지한다.

G. 관측 진행 및 관측 시스템 사용법

1. DARK/BIAS 촬영

- a. DARK 영상은 Flat 촬영 전/후에 해당 관측일의 최고노출 시간으로 3장씩 얻는다.
- b. BIAS 영상은 Flat 촬영 전/후에 5장씩 얻는다.

2. FLAT 촬영

- a. FLAT 촬영 위치: 태양위치에 반대되는 위치, 고도 65도 부근을 기본 위치로 하고, 가급적 이 위치에서 고도는 ± 5 도, 방위각은 ± 30 도를 벗어나지 않도록 한다.
- b. 망원경 이동량 및 방향: FLAT 촬영 시 각 장마다 망원경을 조금씩 움직여야 한다. 망원경의 이동은 태양의 이동방향을 따라가기 위해 West 방향으로 100초 가량, Dec 방향으로 조금씩 움직이기 North 방향으로 40초 가량 움직인다.
- c. FLAT 노출시간 계산: FLAT의 밝기를 유지하고자 할 때 노출시간은 같은 필터의 경우 1.5~2.0배 증가/감소시키며 촬영하면 적당하다. B/V 필터 변경 시에는 1.5~2.0배 증가/감소해야 하며, V/R 또는 R/I 필터 변경 시에는 노출시간을 그대로 했을 때 비슷한 밝기가 된다.
- d. 달의 영향 고려: FLAT 촬영 위치 근방에 달이 있는 경우에는 태양과 달의 영향이 최대한 적어지는 위치로 방위각을 10~30도 가량 변경해야 하며, 보름 즈음과 같이 달의 영향이 피할 수 없을 정도로 큰 경우에는 FLAT을 촬영하지 않는다.
- e. 빈 하늘 선정: 계산된 FLAT 위치가 은하수와 같은 별 밀집지역일 때에는 고도/방위각을 변경하여 가급적 별이 없는 영역을 촬영하도록 한다.
- f. FLAT 촬영 위치 정밀 계산/이동: FLAT 촬영 위치가 달의 영향이 없고 별 밀집 하늘과도 겹치지 않는 경우에는 보다 정밀하게 태양의 반대위치를 계산하여 각 장마다 망원경을 해당 고도/방위각으로 이동한다.
- g. 플랫계산기 활용: 태양의 위치와 필터별 적정 노출시간은 플랫계산기에서 출력되는 값을 참고할 수 있는데, 첫 줄에 현재의 값이 출력되고 한 줄 아래로 갈수록 1초 후의 값이 출력된다. 플랫계산기는 Science server나 Guider server에서 # flatcal을 입력하여 실행할 수 있다. (현재 플랫계산기는 사이트 별로 정확한 캘리브레이션이 되어있지 않아서 실제의 적정 노출시간과는 차이가 있음)
- h. 플랫위치계산기 활용: 태양에 반대되는 정확한 FLAT 위치는 플랫계산기에서 출력되는 태양의 고도/방위각을 플랫위치계산기에 입력하여 얻을 수 있다. 플랫위치계산기는 ICS에서 터미널을 열어 # /data/flat_cal.py와 같이 입력하면 실행된다. 플랫위치계산기를 통하여 FLAT 위치는 $El = (SUN_ZD-30)$, $AZ = (SUN_AZ+180)$ 으로 계산된다.
- i. FLAT의 밝기: FLAT 영상의 밝기는 15000 ~ 30000 사이가 되도록 한다.
- j. FLAT의 노출시간: FLAT의 노출시간은 10 ~ 40초 사이가 되도록 한다. FLAT 장 수 확보

가 필요한 상황에는 FLAT의 밝기를 유지하는 범위에서 노출시간 기준을 넘겨 추가로 촬영한다.

- k. 필터의 선정: I, V, R, B 순으로 하루에 한가지 필터의 FLAT 만 얻는 것을 기본방침으로 하되, 당일 FLAT의 촬영 전/후에 시간이 남는 경우 다른 필터의 FLAT도 한두 장 얻는다.
- l. 당일 FLAT 확보에 대한 별도의 요청이 있을 경우에는 가급적 관측일에 당일 관측한 필터의 FLAT을 모두 확보해야 하며, 관측일에 해당 필터의 FLAT을 모두 확보하지 못한 경우에는 관측일 이후 2~3일간 나머지 필터의 FLAT을 확보한다. 이 때 저녁에는 V/I, 새벽에는 R/B 순으로 한번에 2개 필터에 대한 FLAT을 촬영한다. 다음 날에는 전날 저녁과 새벽에 촬영할 필터를 맞바꾸어 저녁에는 B/V, 새벽에는 I/V 순으로 FLAT을 촬영한다.
- m. FLAT은 많은 장수를 확보하는 것보다 소수라도 양질의 FLAT을 확보하는 것을 우선순위에 둔다. 따라서 달의 영향이 큰 경우에는 FLAT을 촬영하지 않고, 성운이나 별 밀집 영역을 벗어나서 FLAT을 촬영하고, 노출시간을 무한정 늘리지 않는다.
- n. FLAT은 모든 과제에서 사용하는 전처리 영상이기 때문에 특정 과제의 요구에 맞추기 보다는 사전에 합의된 지침에 따라 촬영 방법을 정한다. FLAT 촬영 지침에 대해 변경이 필요하다 판단되면 정기회의 시간에 혹은 이메일을 통해 운영팀과 논의한다.
- o. FLAT 촬영 전/중간 확인사항
 - Projector cover 덮기
 - 주경 덮개 OPEN
 - 리드아웃 시 망원경 이동
 - 리드아웃 시 필터변경
 - 초점
 - 밝기 확인 – 시간 지체를 줄이기 위해 터미널에서 "# ds9 KMTNk.*.00123.fits"와 같이 입력하여 한 장의 영상만 재빠르게 확인

3. 관측 준비

- a. 돔 창문 개방: FLAT 촬영 후에 돔 창문을 열어둔다. 달 빛이 들어오는 경우에는 창문을 적절히 닫아놓는다. 바람이 심한 날에는 풍향/풍속에 따라 일부 창문을 조금만 열어놓든지 닫아놓는다.

- b. 관측준비 상태가 완전히 이루어졌는지 전반적인 시스템 설정 상태를 최종적으로 확인

4. 관측 소프트웨어 사용법

- a. 망원경 제어 명령어: 망원경 제어를 위한 명령어는 FILTER, FSASTAT/FS, FTTGOTO, FTTSTAT/FT, TGOTO, TOFFSET, TGUIDE, TSTOP, TCMD TRACK ON/OFF, AUXSTATUS/ASTAT, TCSSTATUS/TSTAT 등이 있으며 TCS Agent(pctcs 창)을 통하여 실행된다. TCS Agent에서 help/?를 입력하면 망원경 제어 명령어 목록이 출력된다. 해당 명령어를 입력하면 매개 변수에 대한 설명을 볼 수 있다. 망원경 제어 명령어는 TCS Agent에서 직접 입력하거나 iTerm에서 ">TC <command string>" 와 같이 입력할 수 있으며 대소문자를 구별하지 않는다.
- b. 카메라 제어: 카메라 제어는 모두 iTerm 상에서 명령어를 입력하는 방법으로 수행된다. 일부 초기설정을 위한 명령어는 ">K.IC <command string>"와 같이 입력하는 방법으로 각각의 IC에 명령을 내려야 한다. 이 밖에 대부분의 카메라 제어를 위한 명령어는 모두 ">ID" 입력 없이 명령어를 입력하는 방법으로 IC에 명령을 내리면 된다. 카메라 설정/제어를 위한 명령어는 다음과 같으며 대소문자를 구별하지 않는다.

<카메라 설정 및 제어 명령어>

- IC 연결 상태 및 각 IC 정보/상태 확인

```
ACQSTATUS
>K.IC STATUS
>M.IC STATUS
>T.IC STATUS
>N.IC STATUS
```

- 초기설정 과정 및 명령어

```
LEDFLASH 500
>K.IC DATASOURCE CTC
>M.IC DATASOURCE CTC
>T.IC DATASOURCE CTC
>N.IC DATASOURCE CTC
>K.IC LEDFLASH 1
LEDFLASH 1
```

- 과제 ID 및 관측자 이름 설정

```
PROJID ALL
OBSERVER kmtnobserver
```

- 영상타입 및 오브젝트 이름 설정

OBJECT <objectname> : IMAGETYP=OBJECT 모드 및 오브젝트 이름 설정
 OBJECT : IMAGETYP=OBJECT 모드 설정 및 오브젝트 이름 확인
 DARK <objectname> : IMAGETYP=DARK 모드 및 오브젝트 이름 설정
 DARK : IMAGETYP=DARK 모드 설정 및 오브젝트 이름 확인
 BIAS <objectname> : IMAGETYP=BIAS 모드 및 오브젝트 이름 설정
 BIAS : IMAGETYP=BIAS 모드 설정 및 오브젝트 이름 확인
 FLAT <objectname> : IMAGETYP=FLAT 모드 및 오브젝트 이름 설정
 FLAT : IMAGETYP=FLAT 모드 설정 및 오브젝트 이름 확인

- 노출시간 설정 및 노출 시작

EXP ##.##
 GO

- * 영상 노출/리드아웃/저장 진행되는 동안 Complete 메시지가 출력되기 전에 명령어를 입력하면 오류가 발생
- * 오브젝트 이름과 관측자 이름에 '*'나 공백을 넣으면 오류발생
- * ICS 및 IC가 재실행 된 경우 해당 초기화 명령 재실행

c. 저장영상 확인

- 리드아웃 이후 FITS의 저장이 완료되면 iTerm에 Complete 메시지가 출력된다.
- FITS 영상 파일은 Science server의 /data 디렉토리에 저장되며 각 칩에 해당하는 FITS 영상이 별도의 파일로 저장된다.
- 저장된 영상은 리눅스 터미널을 연 후 "# cd /data"를 입력하여 자료가 저장된 디렉토리로 들어간 후 "# vv <파일번호>"와 같이 입력하여 화면에 출력할 수 있다.
- 또한 FTP를 이용하여 콘솔 컴퓨터에 FITS 파일을 다운받은 후 윈도우용 DS9이나 MaximDL로 확인해 볼 수 있다.

d. 자료저장 관련 검토

- /data 디렉토리에 FITS 영상 파일이 저장되면 곧바로 자료전송 서버로 파일이 전송되며, 자료전송 서버에서는 4개의 FITS 영상을 하나의 MEF 파일로 묶은 후 한국천문연구원의 자료전송 서버로 전송한다. 이후 원본 영상은 삭제된다.
- 자료 저장공간 확인: 관측 전 Science server에 자료 저장공간이 충분한 지 확인해

야 한다. Science server의 리눅스 터미널 상에서 "# du -h" 또는 "# df -h"를 입력하여 사용 중인 용량을 확인한다. 사용 용량이 60%를 넘으면 하루 관측 분의 저장공간 밖에 남아있지 않은 상태이므로 운영진에 연락하여 조치를 요청한다.

- 관측 중 관측자료가 저장되지 않는 경우에는 우선 남은 저장공간을 확인한다. 저장공간이 충분하면 /home/data 디렉토리의 권한 속성을 확인한다. 리눅스 터미널을 열어 "# cd /home "# ls -al"을 입력한 후 data 디렉토리의 속성이 rwxrwxrwx로 되어있지 않으면 "# chmod 777 /home/data"를 입력하여 속성을 변경한다.
/home/data/의 속성이 Read-only로 되어있는 경우 각 IC의 Caliban으로부터 K.CB>ICS ERROR: Cannot create unique FITS file #1 (/a/141124.000.fits)--No such file or directory, skipping.. (빨간 글씨)와 같은 에러메시지가 발생한다.

5. 관측 중 확인사항

- a. 기상상태 모니터링: 관측 중 돔내외 온도/습도/이슬점, 낙뢰, 날씨정보, 육안확인 등을 통하여 기상상태를 수시로 확인하고 관측조건에 따라 적절히 조치
- b. 창문 계폐: 달빛/바람/습도 상황에 따라 돔 창문을 적절히 계폐
- c. 돔 연동 상태 확인: 돔 셔터/방위각 위치와 망원경 위치 잘 일치하는 지 확인
- d. 포커서 초기화: 망원경 위치이동 후 포커서 홈찾기를 수행하여 초점/팁틸트 유지
- e. 관측재개 후 첫 노출 시작 전 확인사항

날씨 등의 이유로 관측을 중단한 후 재개할 경우, 첫 GO 명령을 내리기 전에 다음의 사항을 확인한다.

- Auto Dome 및 AutoSync 실행여부
- 주경 덮개 개방여부
- 칠러 / 냉각팬 OFF 상태
- 필터 / 초점 설정
- DMAWAIT/DATASOURCE/PROJID/OBSERVER 등 카메라 초기설정 확인
- 노출시간 및 오브젝트 이름 설정
- 망원경 위치 및 추적상태

6. 망원경 구동중지 방법

PC-TCS에서 다음과 같은 방법으로 망원경 구동을 중지한다.

- a. F9 구동 취소 – 망원경 Slew 중지, Tracking은 지속됨
Slew 중 망원경 구동을 중지할 때에는 가급적 F9로 중지하여 망원경이 급격하게 중지하지 않도록 한다.
- b. F10 – Servo Disable – 구동중지 및 서보 비활성화
F9가 동작하지 않을 때에는 F10을 눌러 서보 기능을 비활성화 한다.
- c. F10 반복 – Servo Disable/Enable - 서보 연결 초기화
망원경 위치 초기화 및 TCC 연결 시도 시 F10을 반복하여 Disable 후 Enable
- d. F9/F10으로 중지되지 않거나 위급상황 시에는 비상중지 버튼을 눌러 망원경을 정지하고 아래의 비상정지 복구 과정을 참고하여 정상화 한다.

7. 망원경 리미트 및 비상정지 복구

- a. 망원경 리미트 스위치가 눌린 경우 PC-TCS에서 STOW를 실행시키거나 키패들을 이용하여 천정방향으로 망원경을 이동한다. 이 때 STOW 명령이나 키패들 구동이 되지 않을 경우 F9를 눌러 리미트에 의해 실행이 멈춰있던 이전 구동명령을 취소해 주면 망원경이 명령에 따라 움직인다.
- b. 비상정지 단추(Emergency Stop)을 누른 경우 다음의 절차에 따라 TCS를 복구한다.
 - PC-TCS - F10 - Disable
 - 빨간색 단추를 당겨 비상정지 상태를 해제
 - TCC OFF
 - 모터전원 OFF 후 5초간 대기
 - 모터전원 ON 후 20초간 대기
 - TCC ON
 - PC-TCS – F10 – Enable

8. PC-TCS 크래쉬 대처방법

PC-TCS 크래쉬가 일어나면 PC-TCS 창이 축소되며 Win95로 넘어간다. 다음의 순서로 대처하여 망원경 제어 시스템을 복구한다.

- a. Alt+F4를 눌러 기존의 PC-TCS를 종료

- b. 화살표키로 AboutTime 아이콘 선택 후 엔터키로 실행
- c. 스페이스바로 SetTime 단추를 눌러 20ms 이내로 시각동기
- d. Alt+F4를 눌러 AboutTime을 종료
- e. 화살표키로 PC-TCS 아이콘 선택 후 엔터키로 실행
- f. 망원경 좌표 동기화 확인
- g. Home Dome 실행 – 만약 돔 위치가 남서쪽에 위치해 있으면 컨트롤러에서 매뉴얼 구동으로 돔을 남동쪽 방위각 5° 부근으로 옮긴 후 실행
- h. 망원경 이동 및 Auto Dome 실행

9. 관측 중 정전 시 대처요령

- a. 정전이 되면 제어실 내부조명은 소등되며 망원경/카메라 UPS에서 비프음이 발생한다.
- b. 정전이 되더라도 망원경/카메라 제어시스템 및 콘솔 컴퓨터의 전원은 UPS를 통해 계속 공급되므로, 일시적인 정전인 경우에는 관측을 계속 진행할 수 있다.
- c. 정전이 3분이상 지속되면 관측은 계속 진행하되 망원경/카메라 시스템 shutdown을 준비한다.
- d. 정전이 7분이상 지속되면 관측을 중단하고 다음절차에 따라 시스템을 shutdown 한다.
 - 1) AUX – 주경 덮개 CLOSE
 - 2) AUX – 돔 셔터 CLOSE
 - 3) PCTCS – 망원경 STOW
 - 4) PCTCS – F10 – 서보 Disable
 - 5) PCTCS – STOW DOME
 - * STOW DOME 실행 후 다음의 과정 계속 진행
 - 6) 컴퓨터실 TCS랙 – TCC OFF
 - 7) 컴퓨터실 TCS랙 – TCS COMPUTER INTERFACE OFF
 - 8) 컴퓨터실 TCS랙 – EIB 디바이스 OFF
 - 9) 제어실 벽면 모터전원 스위치 모두 OFF
 - 10) Console 컴퓨터 – APC-ComputerRack 접속/로그인(_____/_____)
 - 11) APC – Control – RPDU – Outlet 선택
 - 12) APC – Control: Off Immediate 선택 / #1 체크 / 하단 Next >> Apply 단추 클릭

- 13) 컴퓨터실 Camera rack 뒷면 PDU Outlet 1번 LED 소등 확인 후 HE 코드 분리
(LED가 계속 켜져 있으면 HE 코드 분리 하지 말고 10번부터 재실행)
- 14) Console 컴퓨터 - Raritan 접속/로그인(_____/_____))
- 15) 모든 컴퓨터에 차례로 접속하여 리눅스 터미널을 열고 halt 입력
- 16) PCTCS - ShutDown - Auto - 엔터키 입력 - PCTCS 종료
- 17) PCTCS - 윈도우95 shutdown
- 18) AUX 컴퓨터 - KMTNetControls 프로그램 및 Telcom 종료
- 19) AUX 컴퓨터 - 윈도우7 shutdown
- 20) 컴퓨터실 카메라랙의 모든 컴퓨터 전원 OFF 확인, 아직 전원이 켜져 있는 컴퓨터는 Raritan으로 접속하여 halt 입력
- 21) 컴퓨터실 망원경랙의 PCTCS 컴퓨터와 AUX 컴퓨터 전원 OFF 확인
- 22) 컴퓨터실 카메라랙 UPS shutdown - OFF 단추 5초동안 누름 → 비프음과 함께 액정에 확인 질문 표시 → OFF 버튼을 1초동안 누름 → 비프음과 함께 출력전원이 꺼지고 30초 후 Fan도 꺼짐
* 카메라랙 UPS shutdown 이후에는 건물내 모든 인터넷 연결이 끊김.
- 23) 돔 북쪽 벽면의 AUX 전원 스위치 OFF
- 23) 돔 서쪽 벽면의 돔 컨트롤러 전원 스위치 OFF
- e. 전기가 다시 들어온 후 10분이 경과하면 다음의 과정을 수행하여 시스템을 복구한다.'
 - 1) 부대장비실 상태확인 및 모든 장치 전원과 동작상태 점검
 - 2) 카메라 제어시스템 전원연결 및 시동 - "I. 망원경/카메라 제어시스템 전원제어 및 Shutdown - 카메라 제어시스템 전원연결 및 부팅 방법" 참고
 - 3) 망원경 제어시스템 전원연결 및 시동 - "D. 망원경 제어시스템 시동" 참고
 - 4) 카메라 제어 SW 초기화 - "E. 카메라 제어 SW 초기화 및 사용법" 참고
 - 5) 망원경 초기화 및 관측 준비 - "F. 망원경 초기화 및 관측 준비" 참고

H. 관측 종료 및 망원경 파킹

1. 망원경/돔 STOW 및 제어시스템 종료

관측 종료 후 다음의 과정을 수행하여 망원경을 파킹 한다.

- ① 망원경 Stow 위치로 이동: PC-TCS – Move to Stow
- ② PC-TCS 서보 DISABLE (F10)
- ③ TCC 전원 OFF
- ④ RA/DEC 모터 전원 OFF
- ⑤ Stow Dome
- ⑥ Dome shutter CLOSE
- ⑦ 돔 컨트롤러 통신 연결 해제 (Disconnect)
- ⑧ 돔 컨트롤러 전원 OFF

* 평소에는 ⑧ 항목까지만 진행하고 장시간 정전이 예고되어 망원경 제어시스템 shutdown이 필요하면 다음의 ⑨ 이후 과정을 추가적으로 수행한다.

- ⑨ PC-TCS ShutDown 후 Win95 shutdown
- ⑩ AUX 컴퓨터 – KMTNetControls/Telcom 종료 후 Win7 shutdown
- ⑪ PC-TCS/AUX 컴퓨터 전원 OFF 확인
- ⑫ TCS COMPUTER INTERFACE 박스 전원 OFF
- ⑬ EIB 디바이스 전원 OFF
- ⑭ AUX 서브시스템 장비 전원 OFF

2. 관측 종료 후 END 영상 획득

- a. 관측 종료 후 해당 관측일의 마지막 영상으로 END 영상을 획득한 후, 온도/진공 상태 확인 및 기록을 진행한다.
- b. projid obs
- c. dark end
- d. exp 30
- e. go

3. 카메라 듀어 온도/진공 확인

- a. E. 2의 내용을 참고하여 듀어 온도/진공을 확인하고 관측일지에 기록한다.
- b. 관측 종료 후에는 온도/진공 상태 확인 후 E. 2의 h 항목까지만 진행하고, 카메라 프로그램 모두 그대로 놔두어도 무방하다.

4. 관측 종료 후 관측기기 점검

- a. 주경상태 확인 – 주경에 이물질이 떨어지지 않았는지 확인한다. 물방울이나 점성이 낮은 액체가 떨어졌거나 제거가 용이한 먼지 등의 이물질이 떨어진 경우에는 CO2 가스로 바로 제거해 준다. 점성이 높은 이물질이 떨어진 경우에는 사진을 확보하고 운영팀과 조치 방법을 논의한다.
- b. HE Box 냉각수 호스 및 공냉기 누수 확인 – 망원경 구조물에 HE 냉각액의 유출되었는지 확인하고, 부대장비실의 공냉기에서 누수가 발생했는지 점검한다.
- c. 컴퓨터실의 에어컨 동작상태 점검한다.

5. 주경 및 망원경 냉각 가동 – 낮 동안의 주경 및 망원경 냉각이 필요하다 판단되면 "B. 관측 전 상태점검 및 망원경 냉각"과 "C. 주경 냉각"을 참고하여 냉각을 가동한다.

6. 관측일지 업로드 – 관측일지 작성 및 업로드와 특이사항이 있을 시 이메일을 통하여 운영팀에 알린다.

I. 망원경/카메라 제어시스템 전원제어 및 Shutdown

1. 카메라 제어시스템 전원연결 및 부팅 방법

- a. HE 전원 제어 – 전원 OFF시 APC를 통해 Outlet off 후 LED 소등을 확인한 후 코드를 빼놓는다. 전원을 켤 때는 LED 소등을 확인한 후 HE 코드를 꼽은 후 APC를 통해 Outlet ON을 시행한다.
- b. UPS 부팅 및 카메라랙 전원 연결
 - ① 건물 전원이 전원이 들어와 있으면 UPS Fan 가동 및 전면 부 LED 및 액정이 표시됨
 - ② On 3초 이상 – 비프음과 함께 Diagnostic mode – 20초 정도 후 DC/AC OP에 불들어오며 전원이 출력됨
 - ③ APC 파란 액정 들어오고 약 15초 후 부팅 완료 후 콘센트 LED에 녹색불
 - ④ UPS 전원을 켜 후 UPS(카메라 랙 전면부 맨 아래) 및 PDU(카메라 랙 뒤편,

APC 표시)의 부팅을 기다림. PDU의 부팅까지 완료되면 모든 outlet에 LED가 들어옴.

- c. 카메라 제어 컴퓨터 부팅 – 카메라랙 전면에서 모든 컴퓨터의 전원버튼을 눌러 모든 컴퓨터를 부팅한다.
- d. 이후 카메라 시스템 시동 및 초기화는 E. 카메라 제어 SW 초기화 및 사용법의 과정을 참고한다.

2. **카메라 제어시스템 shutdown** – 카메라 제어시스템 shutdown 및 전원차단 방법은 G. 9. 관측 중 정전 시 대처요령 항목을 참고한다.
3. **망원경 제어시스템 shutdown** – 망원경 제어시스템 shutdown 및 전원차단 방법은 H. 1. 관측 종료 및 망원경 파킹 항목을 참고한다.
4. **장시간 정전 예고 시 조치사항** – 장시간 정전이 예고될 때에는 관측 종료 후 카메라 제어시스템 shutdown, 망원경 제어시스템 shutdown을 시행하고, 관측 시작 전에 I. 1. 카메라 망원경 제어시스템 shutdown 및 전원차단 방법은 H. 1. 관측 종료 및 망원경 파킹 항목을 참고한다.
5. **정전이 종료된 후 망원경/카메라 제어시스템 시동** – I. 1. 카메라 제어시스템 전원연결 및 부팅 방법과 D. 망원경 제어시스템 시동 과정 및 G. 9. 관측 중 정전 시 대처요령의 e번 항목을 따라 시스템 복구/점검 과정을 시행한다.

J. 제어시스템 문제 해결 방법

1. **카메라 제어 시스템 초기화** - 카메라 제어시스템 및 소프트웨어의 오류가 반복될 때에는 다음과 같이 전체 컴퓨터를 재부팅 하고 소프트웨어를 다시 초기화 한다.
 - a. 각 컴퓨터의 바탕화면에 있는 Shutdown 아이콘을 실행하거나,
모든 프로그램을 닫고 터미널에서 # shutdown -h now을 입력
 - b. 모든 컴퓨터 재부팅 후에 E. 카메라 제어 SW 초기화 과정을 수행

2. 망원경/카메라 프로그램간 통신

- a. TCS Agent와 PC-TCS와 통신이 잘 안되면 AUX 컴퓨터의 Telcom 재실행
- b. TCS Agent와 AUX 시스템과 통신이 잘 안되면 AUX 컴퓨터의 KMTNetControls를 재실행
- c. >AL PING 로 연결 혹은 TCS Agent 재실행

TC 연결 에러가 뜨는 것은 ICS 실행 후 Guider에서 TCS Agent (pctcs 창)를 재실행하지 않아서 그럴 경우가 있습니다.

TC와 ICS 연결방법은,

- 1) ICS 실행 후 pctcs 창에서 TC% >al ping 입력
- 2) Guider에서 pctcs 창을 닫은 뒤 tcstart로 TCS Agent 재실행

1번으로 연결이 안될 때 2번으로 시도해봅니다. ICS와 TC가 제대로 연결 되었는지 체크하는 방법은 iTerm에서 ">tc fttstat"와 같이 TC에 명령을 날려서 답변이 오는지 확인해 보는 것입니다.

답변이 없거나 "ERROR: No Route to Destination Host TC ? .."와 같은 메시지가 뜨면 연결이 제대로 안된 것 입니다.

1,2번 다 해보았는데도 연결이 안 될 때에는 TCS Agent 동작상태, AUX - Telcom 실행여부, AUX - KMTNetControls 실행여부 등을 체크해 보아야 합니다.

3. AUX 제어 프로그램 KMTNetControls

- a. Dome shutter 위치가 정상적이지 않을 경우
 - Settings에서 Dome Shutter - Calibrate State가 Complete로 되어있는지 확인, Complete가 아닐 때에는 Upper Shutter Open/Close를 실행
 - 파란바탕의 TCS 망원경 고도가 정상적으로 표시되고 있는 지 확인, 망원경 고도가 정상적으로 표시되지 않으면 Telcom을 재실행 하고 PC-TCS의 상태를 확인
- b. Focuser 연결에 실패할 경우
 - 오류 알림 창(Focuser Control - Init. Error / Failed open Ethercat Interface!)이 출력되며 Focuser 연결에 실패하는 경우에는 다음의 과정을 통해 Focuser의 네트워크

어댑터를 초기화해 주어야 함.

- 바탕화면의 Network Connections 아이콘 실행 → Focuser 어댑터 우클릭 → Disable 후 다시 Enable → Focuser Control의 Connect 버튼을 클릭하여 연결 시도 → 연결이 잘 안되면 프로그램 재실행 후 연결 재시도

c. 각 서브시스템에서 오류 알림 창이 출력되거나 연결실패가 일어나는 경우

- 해당 서브시스템의 전원 확인
- Settings 탭에서 설정 값을 확인 - 바탕화면의 'AUXCtrl Settings' 영상을 참고하여 Settings의 설정 값을 수정한 후 프로그램 재실행

4. 기타 문제 발생시에는 아래의 운영팀 담당자와 연락하여 해결방안을 논의한다.

<KMTNet 운영팀>

- 관측시스템운영/과학관측: 김승리, slkim@kasi.re.kr, +82-42-865-3252
- 관측시스템/시설운영 전반: 이충욱, leecu@kasi.re.kr, +82-42-865-3255, +82-10-3468-8120
- 자료전송/전처리/보관서버: 김동진, keaton03@kasi.re.kr, +82-42-865-2041, +82-10-9304-0248
- 시설/관측장비 유지보수: 차상목, chasm@kasi.re.kr, +82-42-865-2110, +82-10-7417-1085
- 시설/관측장비 유지보수: 이용석, yslee@kasi.re.kr, +82-42-865-2029, +82-10-6400-5707
- 관측일지/시스템 모니터링: 임진선, limjs@kasi.re.kr, +82-42-865-5836
- 사이트운영/관측교육/시험/과학연구: 전영범, 경재만, 이동주, 임범두
- 이외 운영팀의 요청으로 사이트 운영을 위해 방문하는 한국천문연구원 소속 연구원
- Polycom 화상회의 장비 주소: 103.43.64.253

※ 관측소/시스템 운영과 관련하여 문의사항이 있을 때, 간단한 질문은 메신저를 이용하고, 신중히 판단해야 할 사항은 이메일을 통하여 문의하며, 회의/논의가 필요한 경우에는 원격 화상회의를 진행하길 권장함. 메일을 보낼 때에는 담당자 이외에도 김승리, 이충욱은 모든 메일에 참조로 넣고, 관련이 있는 사람들도 가급적 참조에 넣기를 권고함.

※ 보다 상세한 시스템 구동 및 문제해결 방법과 유지보수 관련 내용은 "KMTNet 망원경 구동 및 관측 방법" 매뉴얼을 참고