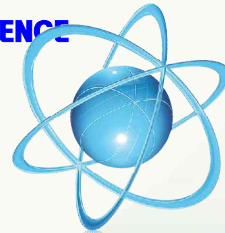


# 원자력 기술 자립의 산 역사 (절망에서 희망으로)

**NATIONAL SECURITY and  
NUCLEAR TECHNOLOGY INDEPENDENCE**  
(From Despair to Hope)

JANUARY 17, 2011

By Dr. Pil Soon HAN  
Advisor of KAERI  
Former President of KAERI



## 서 언

- ◆ 현재 **북한은 핵무기**를 완성하여 우리나라의 안위를 위협하고 있으나, **우리나라는 원자력의 평화적 이용** 선진국으로 도약하여 세계 5위의 원자력발전국으로 부상하였다.
- ◆ 세계에서 5번째 원전 수출국으로 부상하기까지 **역대 대통령들의 원자력기술자립 노력의 산 역사를 조명**해 보고, 이 과정에서 원자력연구원 **기관장의 리더십과 역할을 재조명**함으로써 대덕복구 내의 각 기관들이 재도약할 수 있는 지혜의 단초가 되기를 희망한다.

# 목 차

1

## 왜 우리나라는 원자력 기술자립을 이룩하여야 하는가?

- ◆ 임박한 지구선의 위기
  - 인구의 폭발적 증가 / 지구 기후 변화 / 천연 자원의 편재와 고갈 / 핵무기 확산 / 임박한 지구선의 위기
- ◆ 불가능한 상황에서 일궈낸 원자력 기술자립
  - 제약요인과 성공요인
  - 원자력 일반

2

## 역대 대통령의 원자력 기술 자립 역사

- ◆ 2a 이승만 대통령 시대
- ◆ 2b 박정희 대통령 시대
- ◆ 2c 전두환 대통령 시대
- ◆ 2d 노태우 대통령 시대
- ◆ 2e 이명박 대통령 시대

3

## 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력 발전소 설계 기술 확보 성공

- ◆ 3a 1970년대 핵개발 의욕과 1980년대 초 한국원자력연구소 시련기
- ◆ 3b 한국 원자력 재도약
- ◆ 3c 한국 표준형 원전 사업 추진
- ◆ 3d 한국원자력연구소의 원자력 사업 부문이 타기관으로 이관되는 제2차 통폐합 과정

4

## 맺을 말

## 1. 왜 우리나라는 원자력 기술자립을 이룩하여야 하는가?

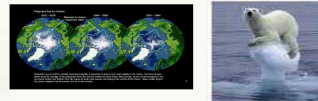
## 왜 우리나라는 원자력 기술자립을 이룩하여야 하는가? (1) Why our country needs self-reliable Nuclear Technology?

### 임박한 지구선의 위기

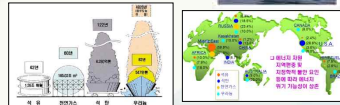
인구의 폭발적 증가  
The population Explosion



지구 기후 변화  
The Global Climate Change



천연 자원의 편재와 고갈  
Uneven Distribution and Exhaustion of the Natural Resources



핵무기 확산  
The Proliferation of The Nuclear Weapon



## 왜 우리나라는 원자력 기술자립을 이룩하여야 하는가? (2) Why our country needs self-reliable Nuclear Technology?

### 불가능한 상황에서 일궈낸 원자력 기술자립

#### 제약 요인

- 경제적 여건 미성숙 / 인력 부재 / 촉박한 개발일정 /
- 국제적인 정치적 이해관계

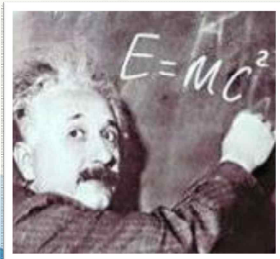
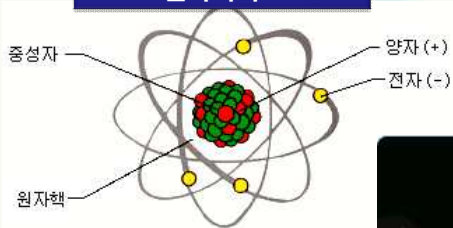
#### 성공 요인

- 국내의 우수한 연구인력과 기술개발을 위한 집념
- 할 수 있다는 자신감

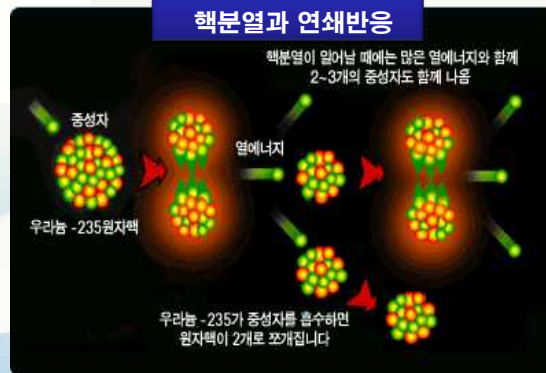
# 원자력 일반

## 원자의 구조와 핵분열 연쇄반응

### 원자의 구조

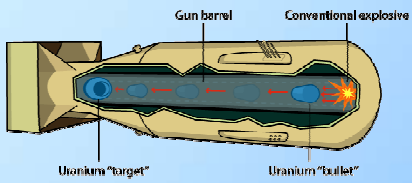


### 핵분열과 연쇄반응

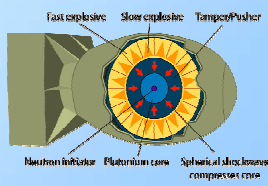


## 핵폭탄의 종류

### 포신형 (우라늄탄)



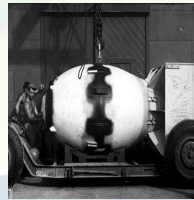
### 내폭형 (플루토늄탄)



"Little Boy"  
히로시마 (1945. 8. 6)



크기 비교



"Fat Man"  
나카사키 (1945. 8. 9)



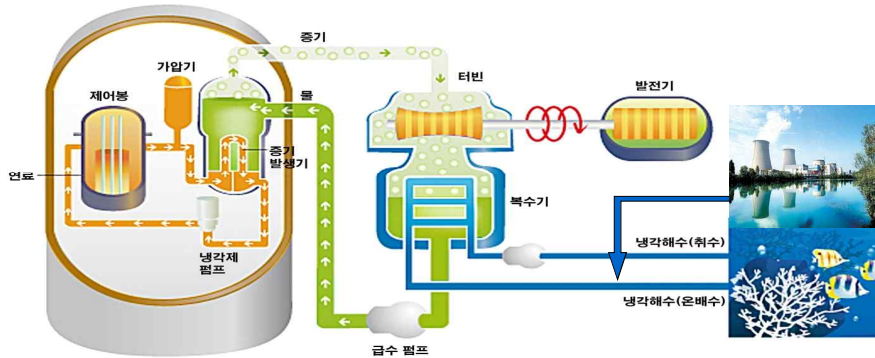
나가사키 투하  
Pu-239 부피

## 핵실험 동영상



## 원자력 발전의 원리

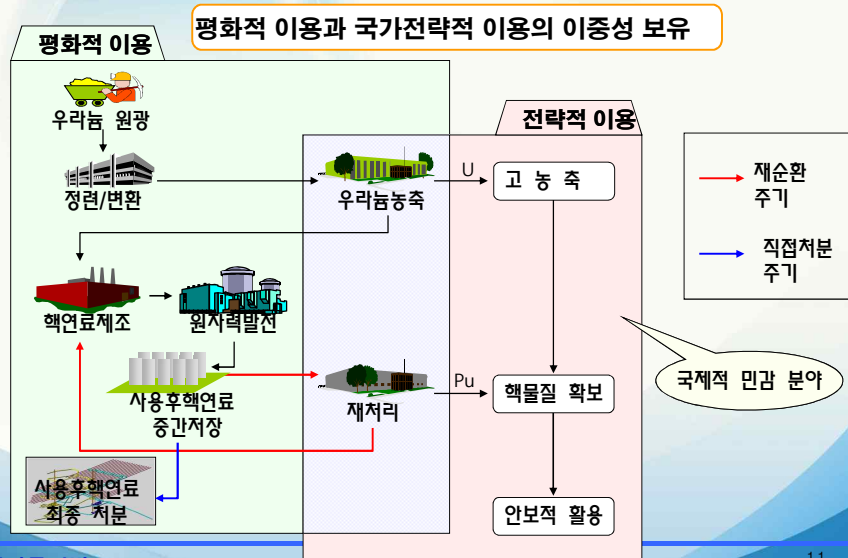
- 원자력 발전의 원리
  - 핵분열 열 → 물을 끓인다 → 증기 생산 → 터빈 회전 → 발전기
- 원자로
  - 원자로 출구 물온도 : 320°C, 압력 : 150 기압
  - 크기 (높이 : 13 m, 지름 : 5.5 m, 벽두께 : 25 cm)



대덕클럽발표

10

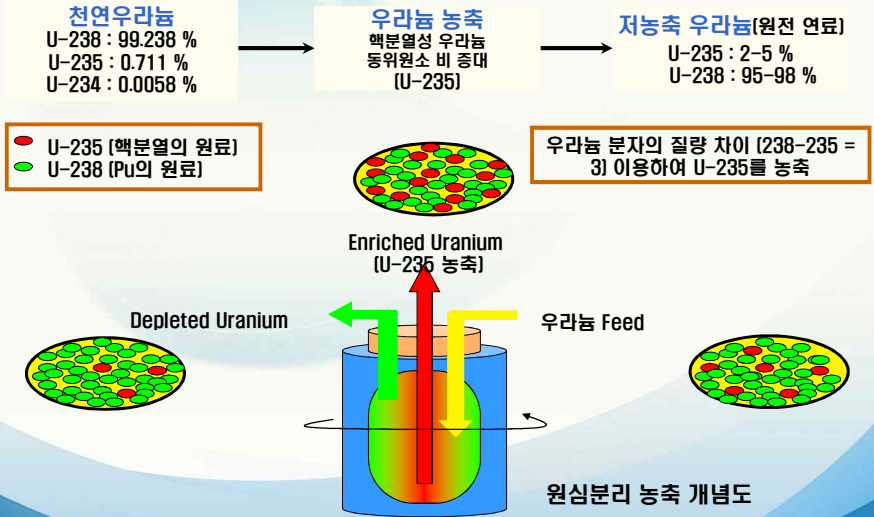
## 핵연료주기 기술의 양면성



대덕클럽발표

11

## 핵연료 농축(가스확산법, 원심분리법, 레이저)



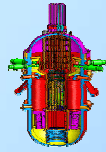
## 원자력 발전 핵연료

경수로 핵연료	중수로 핵연료	복합 흑연감속로 핵연료
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 길이 : ~ 4 m</li> <li>● 단면적 : ~ 20cm x 20cm</li> <li>● 핵연료 무게 : ~ 450 kgU</li> <li>● 우라늄 농축도 : 3-5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 길이 : ~ 50 cm</li> <li>● 지름 : ~ 10cm</li> <li>● 핵연료 무게 : ~ 20 kgU</li> <li>● 천연우라늄 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 길이 : ~ 60 cm</li> <li>● 지름 : ~ 30cm</li> <li>● 핵연료 무게 : ~ 6.25 kgU</li> <li>● 천연우라늄 사용</li> </ul>

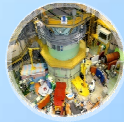
## 원자력 수출 대상 노형



대형 상용원전  
(OPR1000, APR1400)



중소형 원자로  
(SMART, 330MWT)



연구용원자로

- 원전 1기 수출 시 약 5조원
- 가격 경쟁력 있으나, 핵심기술에 대한 추가 R&D 필요
- 1기 수출시 약 8,000억원
- SMART : 국내 고유 브랜드, 기술 실증 필요
- '11년 설계인가를 목표로 실증 연구개발 추진
- 1기 수출시 부가가치 2,000~6,000억원
- 요르단 연구용원자로(JRTR) 건설 계약 체결(10.3)

## 기술적인 측면의 원자로형 비교

구분	가압 경수로(PWR) [고리, 영광, 울진]	중수로 (PHWR, CANDU) [월성]	흑연 감속로 (GCR) [북한 영변]	소듐냉각고속로 (SFR)	
				한국	프랑스, 일본
냉각재	경수 (H <sub>2</sub> O)	중수 (D <sub>2</sub> O)	CO <sub>2</sub>	나트륨 (Na)	
감속재	H <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	흑연	-	
핵연료	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>	U금속	금속TRU 핵연료 (U+Pu+MA)	세라믹핵연료 (U+Pu)O <sub>2</sub>
농축도	3~5%	0.7%	0.7%	~20%	
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 보통 물 사용</li> <li>• 연료소요량 적음</li> <li>• 핵비확산에 적합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전중 연료교체 (높은 이용률)</li> <li>• 농축 불필요 (연료비 저렴)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농축 불필요 (연료비 저렴)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건식 재활용</li> <li>• 장수명 핵종 소멸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 음식 재처리</li> <li>• 핵연료 증식</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농축 필요 (연료비 상승)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비싼 중수 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안전성 문제</li> <li>• 핵확산 위험</li> </ul>	높은 건설비	



## 2. 역대 대통령의 원자력 기술자립 역사

### 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents



역대  
대통령

- a 이승만 대통령 시대
- b 박정희 대통령 시대
- c 전두환 대통령 시대
- d 노태우 대통령 시대
- e 이명박 대통령 시대

## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

### 이승만 대통령 시대 *President S.M. Rhee' Age*

#### 이승만(1947-1960)

- 1958 문교부 산하 원자력과 신실 초대 과장 : 윤세원(서울대 1회)
- 1959 한국 원자력원(KAERI) 창설  
General Atomic사의 TRIGA Mark 도입 인력양성

대한민국  
최초 연구로,  
TRIGA Mark II

이승만 대통령의  
기공식(1959.7.14)



대덕클럽발표

18

## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

### 박정희 대통령 시대 *President Z.H. Park' Age*

#### 박정희(1961-1979)

- KAERI - 기초연구
- KEPCO - 원자력 발전소 Turn Key Base 도입
  - > USA : W/H형 PWR
  - > France : Framatom형 PWR
  - > Canada : AECL형 PHWR
- KNFC(한국 핵연료 개발 공단) - 설립

핵무기 개발 의혹으로 미국의 강력한 제재



Kori - the site of the 1st Korean NPP :  
before (top) and now (bottom).



재미과학자 이휘소 박사  
원폭제조를 주제로 한 "무궁화 꽃이 피었습니다" 는 실화가 아님



대덕클럽발표

19

## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

### 전두환 대통령 시대 *President D.H. Jeon' Age*

#### 전두환(1980-1988)

- KAERI의 A: Atomic → Advanced 한국 원자력 연구소 → 한국 에너지 연구소
- KNFC → DEC (Daeduk Engineering Center) 한국 핵연료 개발 공단 → 대덕 공학 센터
- 1983년 4월 전대통령 DEC 방문
  - PHWR CANDU FUEL과 APFDS 대전차탄 개발 성공에 감격
- 대통령 질문: "왜 PWR 연료는 여기서 개발 안 하느냐? 한국 과학자들이 개발해야지 한전서 하면 우리나라에 기술이 남지 못하지 않는가?"
- 1983년 6월 한필순박사 KNFC(Korean Nuclear Fuel Cooperation : 한국 핵연료주식회사) 사장취임
- 1984년 : 최동규 동자부장관 주재회의 : 원자로 담당 변경(KOPEC → KAERI)
- 1985년 : 박정기 사장 주재 전력그룹협의회 : 원자로 → NSSS
  - 김성진 과기처 장관 주재 원자력위원회 : 박정기 한전 사장안 통과
- 1990년 : 만 9년간 1,000억원의 NSSS 설계예산으로 NSSS기술자립 완수
  - : NSSS 기술자립과 동시에 해외 수출권 획득
  - : NSSS 설계요원, 안전규제요원, 한전기술진 기술교육 수행



## 경수로 핵연료 국산화 사업( I )

한국의 원자력 과학 기술자를 전적으로 신뢰하는 계기가 되어 본격적인 한국 원자력 기술 자립의 시대가 열림

#### ○ 1983년 한필순 박사 KNFC 사장 취임

- 당시 여건 : 인력부족, 예산 부족, 시간 부족
- 이러한 약조건을 극복하는 방법으로 **Joint Design (공동설계)** 제안하여 5개사(미국W/H, C/E, Exxon Nuclear, 프랑스 Framema, 독일 KWU) 를 경쟁시킴
- 최종적으로 PWR 기술 도입선으로 독일 KWU로 결정

#### ○ 김시환박사/박종균 박사 KAERI 유치 성공 - KAERI 기술자립 성공의 효시

## 경수로 핵연료 국산화 사업(II)

- ❖ 기본방침 : 핵연료 국산화 사업은 정부 주도 보다는 한전을 앞장세움
- ❖ 최고통치권자 적극적 지원

- 에너지 자원 빈국의 선택
- NPT하에서의 원자력 강국건설의 지혜
- 한전 주장 —— PHWR CANDU 핵연료 비싸다.  
가격 국제경쟁력 강력히 요구

## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

### ❖ 노태우 대통령 시대 *President T.W. Rho' Age*

#### • 노태우(1988-1993)

- 한필순 : 1989 대통령과 단독 면담  
1990 미국무성 초청 거절하고, 대신 양명승/최영명/오원진 박사 파견  
1991 미국무성 초청 한필순/전종일 참가
  - > 한국은 다음 사항을 하지 말 것
    - 우라늄 농축기술
    - 재처리기술
    - 중수기술
    - 원자력기술의 적대(敵對)국가 수출

• 안면도 폭동 사태(1990)



• 대통령 비핵화 선언(1991)



## 안면도 사태

### ❖ NIMBY— 최열 등 반핵단체 선동으로

- 영덕주민 방폐장 건설 반대
- 과기처 공무원 주민 돌팔매 부상
- 경북지사 면담



### ❖ 안면도 사태 이후 국정감사에서 박태준 의원 질문

- [박태준의원] 북한은 현재 핵무기를 보유하고 있나?
- [한필순 소장] 과학자의 기술적 판단으로 볼 때 핵무기를 보유하고 있는 것으로 판단한다. 더구나 북한은 주적이기 때문에 핵무기를 갖고 있다고 판단하고 기술개발에 매진해야 하는 것이 과학자들의 기본적인 정신자세가 되어야 한다고 생각한다.

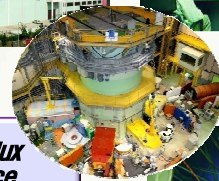
## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

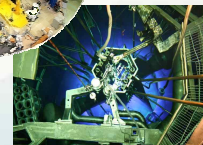
### ❖ 김영삼 대통령 시대 *President Y.S. Kim' Age*

#### ▪ 김영삼(1993-1998)

- 원자력연구소 사업 이관
  - NSSS : KAERI → 한기
  - 핵연료설계요원 : KAERI → 핵주
  - 핵폐기물 기수요원 : KAERI → 한전
- 하나로 준공(30MW급)



**High-flux  
Advance  
Neutron  
Application  
ReactoR**



## 역대 대통령의 원자력기술 자립 역사

The Brief History of Nuclear Technology Independent Policy of Korean Presidents

### 이명박 대통령 시대 *President M.B. Lee' Age*

#### 이명박(2008-)

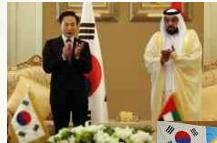
##### 2009년 : 연구용 원자로 요르단 수출

- Contract Signing In March, 2010
- Detailed Design by 2012
- Built on Jordan University of Science and Technology by 2014



##### 2009년 : 아랍에미리트 원전 수출

- Selected as Nuclear Power Reactor In UAE (2009.12)
- Project Scope : 4 APR1400
- Construction site In western Abu Dhabi



대덕클럽발표

26

### 3. 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력발전소 설계 기술 확보 성공



## 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력발전소 설계 기술 확보 성공

### 1970년대 핵개발 의욕과 1980년대 초 한국원자력 연구소 시련기

#### 1970년대에서 80년대 초에 걸친 한국원자력연구소의 개황

#### 당시 주도적으로 참여한 인사들의 회고

- 한필순 : 80년대 초 시련기 경험담
- 박승덕 : 당시 한.미 관계와 원자력 시련기
- 강박광 : 원자력 연구소 폐쇄 위기 극복 과정

## 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력발전소 설계 기술 확보 성공

### 한국 원자력 재도약

#### 1980년대 한국원자력연구소의 재도약 과정 개요

#### 한필순 : 아사 상태의 원자력연구소 회생 과정

#### 남장수 : 한전 연구비 지원으로 연구소 회생의 계기가 마련되는 과정

## 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력발전소 설계 기술 확보 성공

### ▶ 한국 표준형 원전 사업 추진

- **사업 개요**
- **한필순 :**
  - 한전 주도의 범부처적 원자력 사업 추진을 대통령께 건의
- **김세종, 이승구 :**
  - 한국형 원전 표준화 사업의 구상 및 출범 결의
- **한필순, 남장수 :**
  - 한국형 표준 원전 사업의 역할 분담 과정
- **강박광, 한필순, 임한래, 김세종, 남장수 :**
  - NSSS 기술자립의 중요성과 그 추진 결정과정  
“핵무기 개발보다 원전 개발이 더 어렵다”
- **한필순, 이익환 :**
  - 영광 3,4호기 공동 설계팀의 미국 파견에 의한 기술 획득 과정  
“Know why 까지”

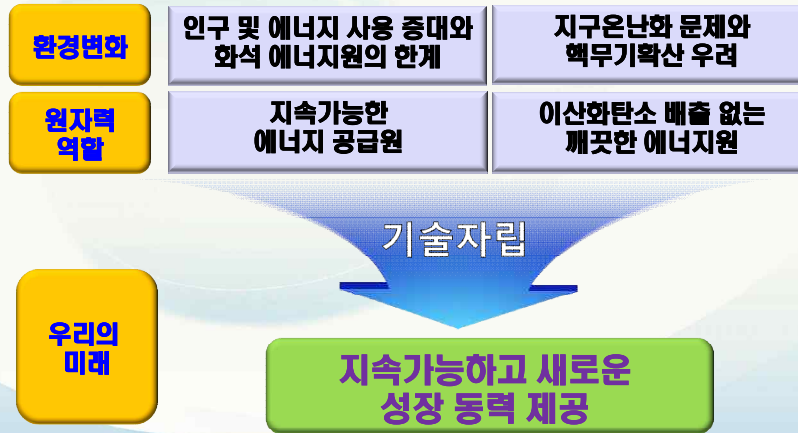
## 한국원자력연구소 재도약과 한국 표준형 원자력발전소 설계 기술 확보 성공

### ▶ 한국원자력연구소의 원자력 사업 부문이 타기관으로 이관되는 제 2차 통폐합 과정

- **사업 이관 개요**
- **김세종 :**
  - 한국 원자력 연구소의 원전 사업 이관 과정
- **장인순 :**
  - 원전 사업 이관에 대한 당시 한국 원자력 연구소의 입장



## 원자력 기술자립의 청사진



## 4. 맺음 말

### ◆ 성공적인 기술개발을 위해 조직의 리더가 갖추어야 할 덕목

- 결론을 먼저 내지 말고 조직원의 의견을 경청하라  
(큰 방향만 제시하고 분야별 책임자에게 권한을 위임하라)
- 사심을 버리고 국가기관의 최대이익을 위한 경영을 하라
- 상황을 정확하게 판단하고 미래를 바라볼 수 있는 능력을 개발하라
- 사소한 것에 빠지지 마라. 전진할 수 없다
- 사명감을 가지고 일할 수 있도록 인정해 주고 배려하라
- 복지에 관심을 가지라
- 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성하라(PBS제도 영향 최소화)

