

체계적 교육훈련(SAT) 적용 사례

(SAT : Systematic Approach to Training)

2021.10.28



발표자 : 정필석 이사

목 차

1. SAT 도입 필요성
2. 원전 종사자 교육훈련 근거
3. SAT 개요
4. SAT Process 5단계
5. SAT 추진 현황
6. 원전 안전성 확보 전망

1. SAT 도입 필요성

● 추진 배경

외부적 요인

해외 사업 요건 (SAT 적용)

● 해외 원전(UAE BNPP)

- 원전 종사자에 대하여 국제 기준에 일치하는 체계적인 교육훈련(SAT)에 따른 분야별 직무자격요건 요구 (필수적)

● 원전 인허가 규제 요건

- 최종 안전성분석보고서에서 종사자에 대한 체계적인 교육훈련 적용을 요구

- ☞ 국제 기술기준/규제요건에 적합한 교육으로
- 사내 유자격 전문인력 Pool 형성 필요

내부적 요인

직무교육 훈련체계 개선

● 체계적 전문 교육훈련 미흡

- 원전 설비/운영 분야별 전문가 양성 위한 체계적인 교육훈련이 개발 및 관리되지 않아 교육내용과 평가 항목 미흡

- ☞ 분야별 직무 전문성을 향상 시킬 수 있는 통합 교육 훈련 시스템 구축 필요

- ☞ 제도 개편으로 교육훈련 시스템, 경력개발 중심의 전문 인력관리 체계로 전환 필요

2. 원전 종사자 교육훈련 근거 (1/4)

구분	근거	내용
해외	미국 연방법 (10 CFR 50.120)	<input type="checkbox"/> NPP 직원 교육훈련 및 자격부여 - SRO, 부장, 차장, 기술요원(계측, 기계, 전기)
	미국 표준 협회 (ANSI/ANS - 3.1)	<input type="checkbox"/> NPP 종사자 교육 및 직무자격 요건 - SAT 교육, 보직별 (학력, 경력-원전발전소 경험)
	미국 에너지 행정기관 (DOE-HDBK-1078)	<input type="checkbox"/> SAT 교육 프로그램 (Handbook) - SAT 지침서 (분석, 설계, 개발, 시행, 평가)
국내	최종안전성분석보고서/ 원자력안전기술원(기준/지침)/ 원전 정비 및 공사	

2. 원전 종사자 교육훈련 근거 (2/4)

■ 10 CFR 50.120 (원전 종사자의 교육훈련 및 자격부여)

Additional Standards for Licenses, Certifications, and Regulatory Approvals

§ 50.120 Training and qualification of nuclear power plant personnel.

(2) The training program must be derived from a systems approach to training as defined in 10 CFR 55.4, and must provide for the training and qualification of the following categories of nuclear power plant personnel:

- (i) Non-licensed operator.
- (ii) Shift supervisor.
- (iii) Shift technical advisor.
- (iv) Instrument and control technician.
- (v) Electrical maintenance personnel.
- (vi) Mechanical maintenance personnel.
- (vii) Radiological protection technician.
- (viii) Chemistry technician.
- (ix) Engineering support personnel.

2. 원전 종사자 교육훈련 근거 (3/4)

■ 10 CFR 55.4 (SAT 5 단계)

§ 55.4 Definitions.

Systems approach to training means a training program that includes the following five elements:

- (1) Systematic analysis of the jobs to be performed. (체계적 직무분석)
- (2) Learning objectives derived from the analysis which describe desired performance after training. (명확한 학습목표 기술)
- (3) Training design and implementation based on the learning objectives. (학습목표 기반의 교육시행)
- (4) Evaluation of trainee mastery of the objectives during training. (철저한 평가/확인)
- (5) Evaluation and revision of the training based on the performance of trained personnel in the job setting. (교육프로그램 피드백)

United States, when used in a geographical sense, includes Puerto Rico and all territories and possessions of the United States.

[52 FR 9460, Mar. 25, 1987, as amended at 66 FR 52667, Oct. 17, 2001]

2. 원전 종사자 교육훈련 근거 (4/4)

■ ANSI/ANS-3.1 [원전 종사자 직무자격 및 교육]

American National Standard for Selection, Qualification, and Training of Personnel for Nuclear Power Plants

4.3 Middle Manager Level	6
4.3.1 Training	6
4.3.2 Chemistry	7
4.3.3 Radiation Protection	7
4.3.4 Instrumentation and Control	7
4.3.5 Electrical Maintenance	7
4.3.6 Mechanical Maintenance	7
4.3.7 Quality Assurance	8
4.3.8 Operations	8
4.3.9 Engineering Support	8
4.4 First Line Supervisor Level	8
4.4.1 Operations Shift Supervisor	8
4.4.2 Senior Operator	9
4.4.3 Fuel Handling	9
4.4.4 Training	9
4.4.5 Chemistry	9
4.4.6 Radiation Protection	9
4.4.7 Instrumentation and Control	9
4.4.8 Electrical Maintenance	9
4.4.9 Mechanical Maintenance	10
4.4.10 Engineering Support	10
4.4.11 Preoperational Testing Engineer	10
4.4.12 Startup Testing Engineer	10
4.4.13 Quality Assurance or Quality Control	10

4.4.7 Instrumentation and Control. The individual(s) responsible for supervision of instrumentation and control maintenance activities.

Education: High school diploma.

Minimum experience for the position:

Related experience	3 yr
which shall include	
Power Plant	2 yr
Nuclear Power Plant	1 yr
On-site	0.25 yr.

4.4.8 Electrical Maintenance. The individual(s) responsible for supervision of electrical maintenance activities.

Education: High school diploma.

Minimum experience for the position:

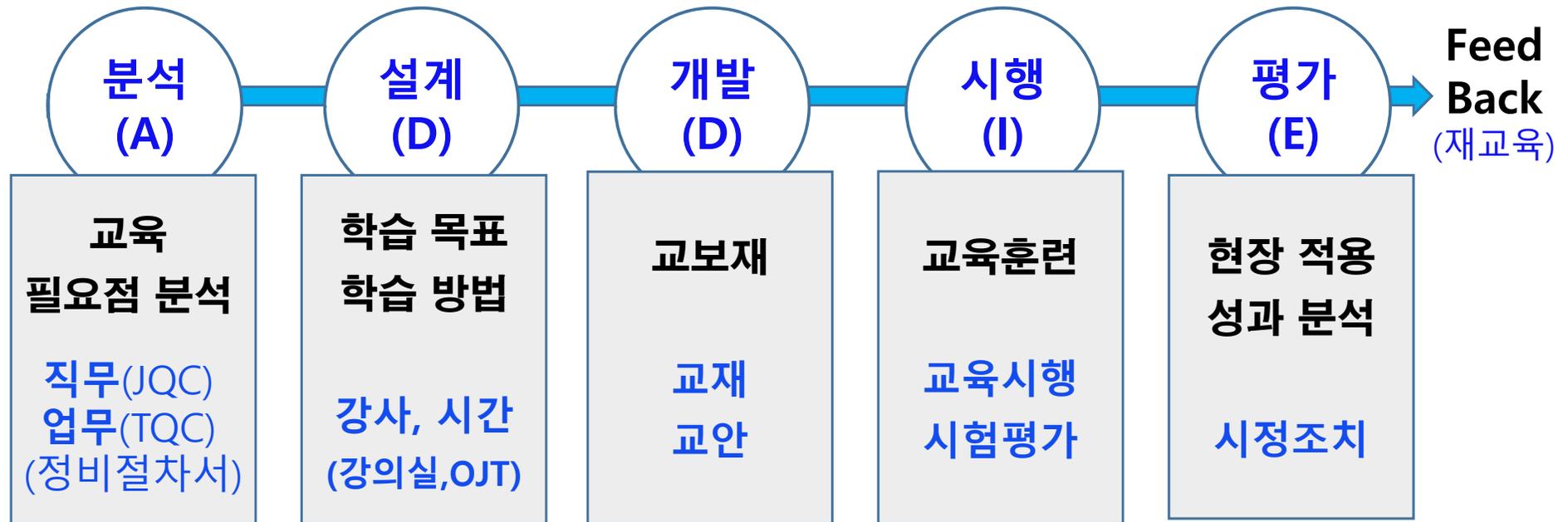
Related experience	3 yr
which shall include	
Power Plant	2 yr
Nuclear Power Plant	1 yr
On-site	0.25 yr.

5. Selection of Personnel	13
6. Training	13
6.1 General	13
6.2 Training Development Process	13
6.2.1 Systematic Approach to Training	13
6.2.2 Alternate Process	14
6.3 Management or Supervisory Skills	14
6.4 Exemptions to Training	14
6.5 General Employee Training	14
7. References	14

3. SAT 개요 (1/3)

■ 체계적 교육훈련 (Systematic Approach to Training : SAT)

- 목적 : 직무(Job)분석 → 체계적 교육훈련 → 설비별 전문가(JQC) 양성
- SAT 흐름도 (5단계)



□ 직무자격인증서 : JQC(Job Qualification Card) – 독자적 (Independently)

3. SAT 개요 (2/3)

“ Why do we use a systematic approach?”

- SAT 기법은 **교육 개발**을 위한 **논리적인 과정** 이다.
- 학습되지 않는(모든 이해관계자들) 사람들과의 **의사소통**을 위하여
- 숙달을 위한 이정표(교육시간 및 장소)와 **목표를 설정**하고
- 학습과정에서 분야별 (**현장/직무**) **전문가**와 함께하기 위하여
- SAT는 **기술 역량**과 **소프트 스킬**을 모두 해결할 수 있는 기법이다.

3. SAT 개요 (3/3)

■ SAT 장점

구 분	내 용
합리적	<ul style="list-style-type: none">체계적인 분석을 기반으로 업무수행에 필요한 지식과 기술에 대한 내용을 교육훈련에 포함
지속적인 피드백 제공	<ul style="list-style-type: none">교육훈련 효과를 체계적으로 모니터링하고모니터링 결과를 프로그램 설계와 시행 개선에 적용
비용 효과적	<ul style="list-style-type: none">적절한 업무수행을 위한 필요한 요소들만 교육훈련에 반영 <p>→ 자원의 적절한 할당 및 자원할당의 정당성 확보</p>

4. SAT PROCESS (1/8)

■ 분석 (Analysis)

구 분	내 용
Need Analysis (필요점 분석)	<ul style="list-style-type: none"> 교육훈련 요청시 업무를 성공적으로 수행할 수 있도록 하기 위한 방법으로 관리방법 개선 고려 교육훈련 해결 vs 관리방법 개선
JOB Analysis (직무 분석)	<ul style="list-style-type: none"> 업무목록(Task Lists) 나열 DIF(Difficulty, Importance, Frequency) 분석 → 업무별 DIF 평가 후 교육필요 업무(Task) 선정
Task Analysis (업무 분석)	<ul style="list-style-type: none"> 중요 Elements 도출 Elements별 지식/기술/태도(K/S/A) 도출

지식(Knowledge) / 기술(Skill) / 태도(Attitude)

4. SAT PROCESS (2/8)

분석	설계	개발	시행	평가
----	----	----	----	----

❖ DIF 분석 항목 [교육 필요 업무(Task) 선정]

등급	난이도(D)	중요도(I)	업무수행 빈도(F)
5	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매우 어려움 ○ 감독자의 관리·감독 및 지침 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매우 높음 ○ 회복 기간이 장기화되는 기기 고장 ○ 인적 사상 발생 후 시간 경과 ○ 안전 제한치에 도달 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매일
4	<ul style="list-style-type: none"> ○ 어려움 ○ 진단, 분석 및 결정 상 절차서 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 높음 ○ 발전소 정지, 인명구조 필요 ○ 운전 제한 조건 초과 ○ 공중보건 및 안전성(심각한 위해 요소) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매주
3	<ul style="list-style-type: none"> ○ 약간 어려움 ○ 여러 사람의 협조가 필요하고 작업 장소가 산재되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평균치 ○ 계통 고장 또는 정지, 인적 행위 ○ 운전 제한 조건에 도달 ○ 공중보건 및 안전성(약간의 위험 존재) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매월
2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대체로 쉬움 ○ 직무수행에 간단한 절차서 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낮음 ○ 고장 기기 상태가 기술지침서 범위내에 있고 즉시 기동 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분기
1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매우 간단 ○ 절차서 없이 수행 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무시 가능 ○ 기기 결함 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반기 또는 1년

4. SAT PROCESS (3/8)

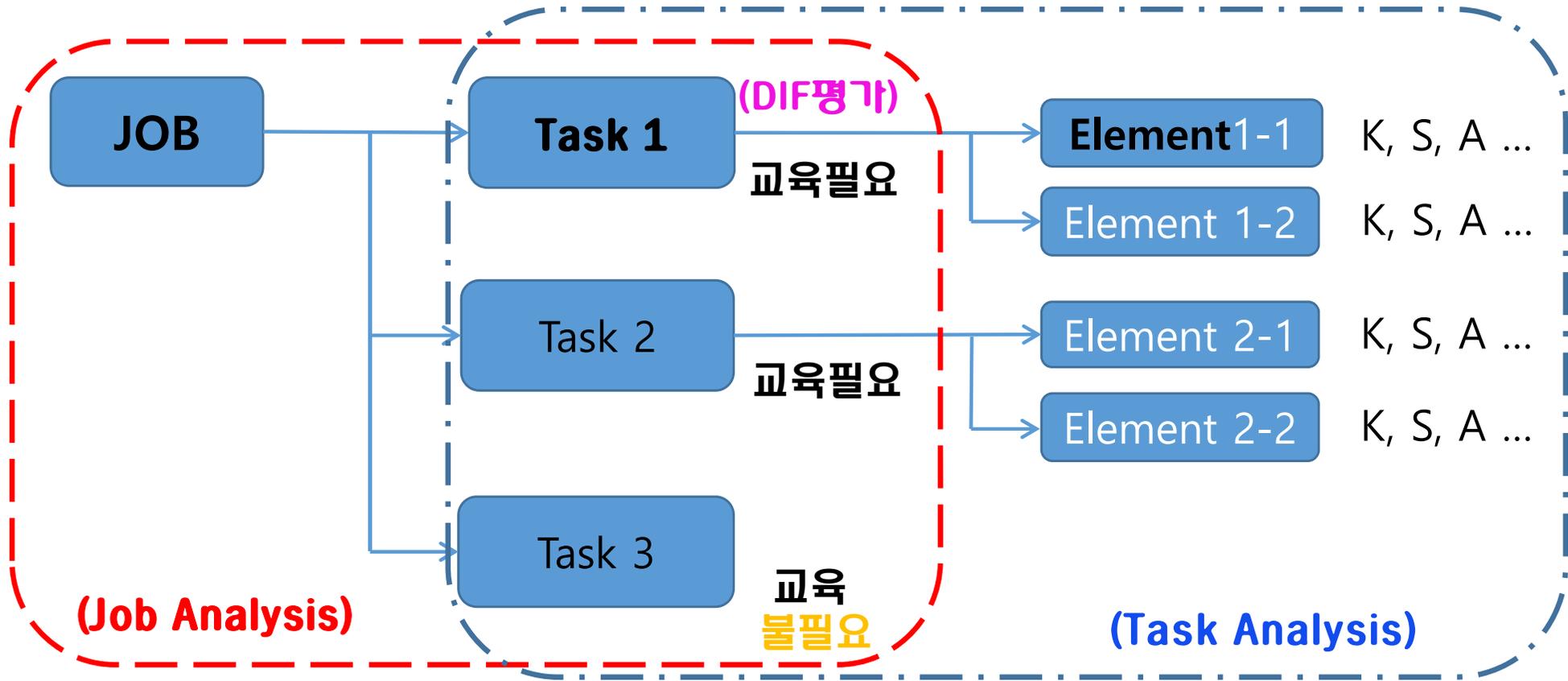
분석	설계	개발	시행	평가
----	----	----	----	----

분석 (Analysis) - 종합

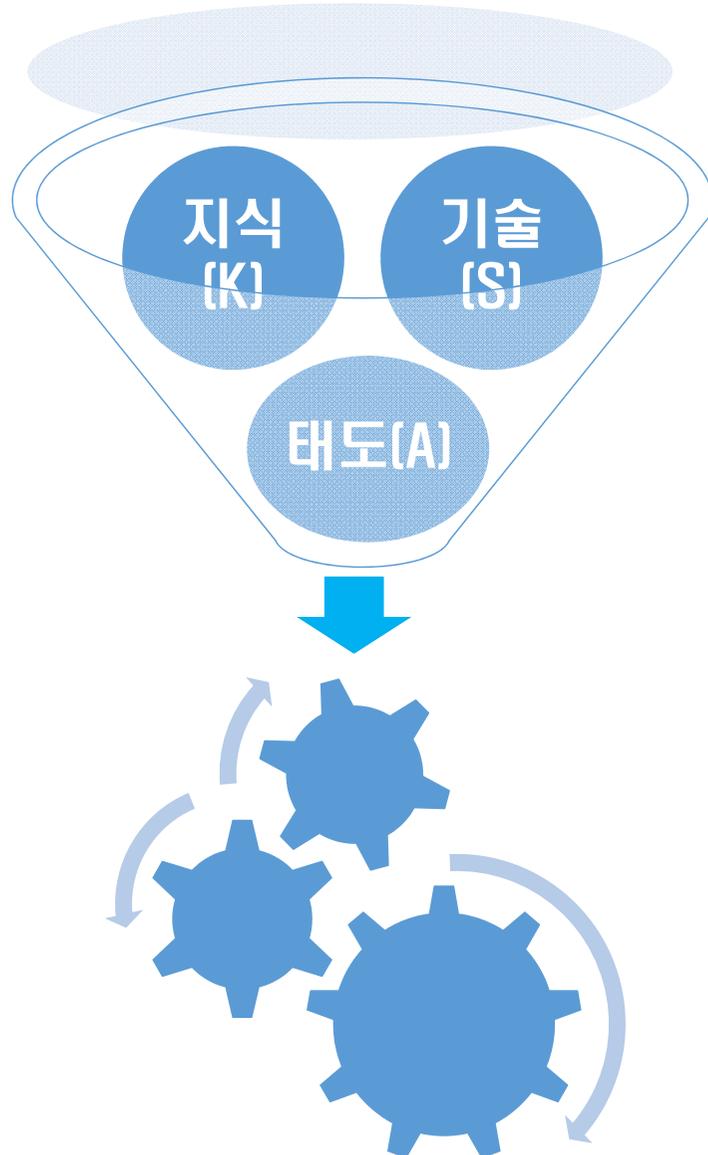


→ 관리방법 개선

↓ 교육훈련 개선



■ 설계 (Design)



❖ Inputs

- 지식(Knowledge)
- 기술(Skill)
- 태도(Attitude)

❖ Outputs

- 학습목표
- 학습방법
- 평가항목(Test Item)

4. SAT PROCESS (5/8)

Outputs

구 분	내 용
학습 목표 (Learning Object)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지식(K), 기술(S)별 학습 후 측정 가능한 목표 제시
학습 방법 (Training Setting)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classroom ▪ Laboratory / Workshop ▪ On the job training(OJT) ▪ Simulator ▪ Self-study
평가 항목 (Test)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학습목표 달성 여부 확인/점검

4. SAT PROCESS (6/8)

분석	설계	개발	시행	평가
----	----	----	----	----

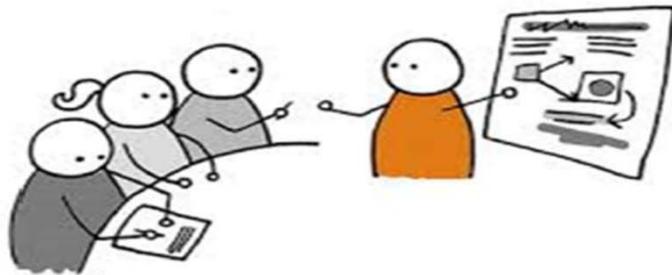
■ 개발 (Development)

구분	내용	
교보재 개발	교보재	교육생용 교재 (Text book), 교안 (Lesson plan), 강사 자료 , 실험/실습 지침서 , 시뮬레이터 시나리오 등을 포함한 교육훈련에 필요한 모든 자료
	교안	교육훈련 과정의 각 교과목에 대하여 학습목표, 수업 진행계획 및 방법, 강사 및 교육생의 활동, 수업진행 방법, 평가 문제 등을 구체적이고 명확하게 기술한 학습지도안
교육과정 시범운영	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육자료 기술검토 ▪ 소그룹 대상 평가 수행 ▪ 시범 과정 운영 ▪ 데이터 평가 및 교육자료 개정 	

■ 시행 (Implementation)

❖ SAT 교육 시행

- 교육훈련 시행 (교안, 교재 등 활용)
- 학습 평가 (문제 은행식) 및 교육 후 설문조사



교수자료의 사용 및 관리

효율적이고 효과적인 방법으로 교육 프로그램을 전달하는 단계



■ 평가 (Evaluation)

- **교육훈련 프로그램 및 교육과정에 대한 종합적 적정성 검토**
 - 주간평가시험 아님
- **교육훈련 성과분석**
 - 교육생의 교육과정에 대한 만족도
 - 교육생 업무/행동 역량의 제고 및 개선
 - 교육결과의 종합적 현장 직무 적용성
 - 교육전후의 교육생의 직무역량/태도의 변화
- **시정조치 항목 도출**

5. SAT 추진현황 (1/3)

■ UAE BNPP 적용 계측설비 직무자격(JQC) 분류 (총37개)

일반자격 (16)

JQC 101	전송기 (Transmitter)
JQC 102	스위치(Switch)
JQC 103	온도계 (Temperature)
JQC 104	초음파 (Ultrasonic)
JQC 105	지시계 및 기록계
JQC 106	진동계 (Vibration)
JQC 107	방사선 (Radiaton)
JQC 108	화학 계측기 (Chemical)
JQC 109	공기식밸브 (AOV)
JQC 110	유압식밸브 (Hydraulic)
JQC 111	제어기 (M/A Station, PID)
JQC 112	아나로그 모듈 (Analog)
JQC 113	디지털 모듈 (Digital)
JQC 114	PLC
JQC 115	소프트웨어 및 통신
JQC 116	계측기 시험장비 (M&T E)

실무자격 (9)

JQC 201	NIMS (원자로감시)
JQC 202	FIDAS (노내핵계측)
	BCMS (붕소농도 감시)
JQC 203	GFFD (손상연료감시)
	MFWP (주급수펌프제어)
JQC 204	Air Compressor (공기압축기)
	Aux Boiler (보조증기)
	VLMS (밸브누설감지)
JQC 205	RMS (방사선감시)
JQC 206	SEISMIC (지진감시)
JQC 207	D/G(EDG/AAC) (디젤발전기)
	Chiller (냉각기제어)
JQC 208	MMIS APC (MMIS 보조설비)
	MMIS LDP (대형정보표시)
JQC 209	MMIS QIAS-P/N(안전변수지시)

전문자격 (12)

JQC 301	DRCS (제어봉제어)
JQC 302	CPC (노심보호)
	DPS (다중보호)
JQC 303	ENFMS (노외핵계측)
JQC 304	TCS (터빈제어)
JQC 305	ESF (공학적인안전설비)
	PPS (원자로보호)
JQC 306	MMIS ESF-CCS (안전계통)
JQC 307	MMIS MTP/ITP (시험/정비)
	MCR/REMOTE CONSOLE
JQC 308	MMIS P-CCS (비안전계통)
JQC 309	MMIS IPS (전산설비)
JQC 310	RRS(출력조절), RPCS(감발)
	PZR Pr/Lvl (가압기)
JQC 311	FWCS (주급수 제어)
JQC 312	SBCS (주증기 우회 제어)

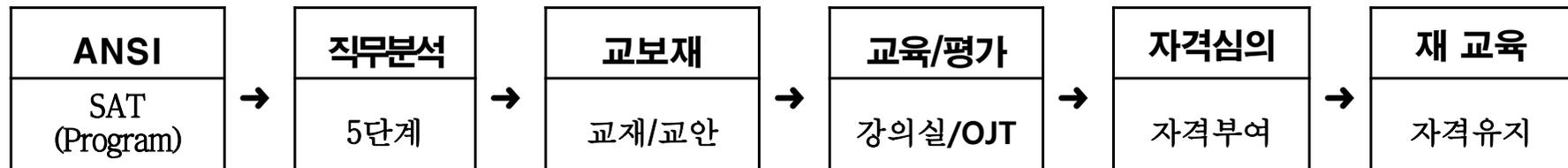
5. SAT 추진현황 (2/3)

■ 계측 일반 직무자격 [JQC101 : 전송기 자격 취득요건]

※ [예시] 전송기 TQC(Task Qualification Card) 목록

TQC	BNPP (APR1400)	국내 적용
1	<input type="checkbox"/> Pr/Diff Pr X-mitter, Indicating X-mitter	<input type="checkbox"/> 차압 전송기 (점검 및 교정)
2	<input type="checkbox"/> Smart Pr/Diff Pr X-mitter	<input type="checkbox"/> 스마트 압력 전송기 (점검 및 교정)
3	<input type="checkbox"/> Diff Pr Type Flow Element and Transmitter	<input type="checkbox"/> 유량 전송기 (점검 및 교정)
4	<input type="checkbox"/> Thermal Diffusion Flow Switches X-mitter	<input type="checkbox"/> 열확산 유량 전송기 (점검 및 교정)
5	<input type="checkbox"/> Level and Diff Level Transmitter	<input type="checkbox"/> 수위 전송기 (점검 및 교정)
6	<input type="checkbox"/> Dry and Wet Leg Diff Pr Level Measuring	<input type="checkbox"/> 건식 및 습식 기준관 수위전송기(점검,교정)
7	<input type="checkbox"/> Temperature X-mitter with Analog Output	<input type="checkbox"/> 온도 전송기 (점검 및 교정)

■ 직무자격(JQC) 인증 절차



5. SAT 추진현황 (3/3)

■ 단계별 추진실적 (일반자격)

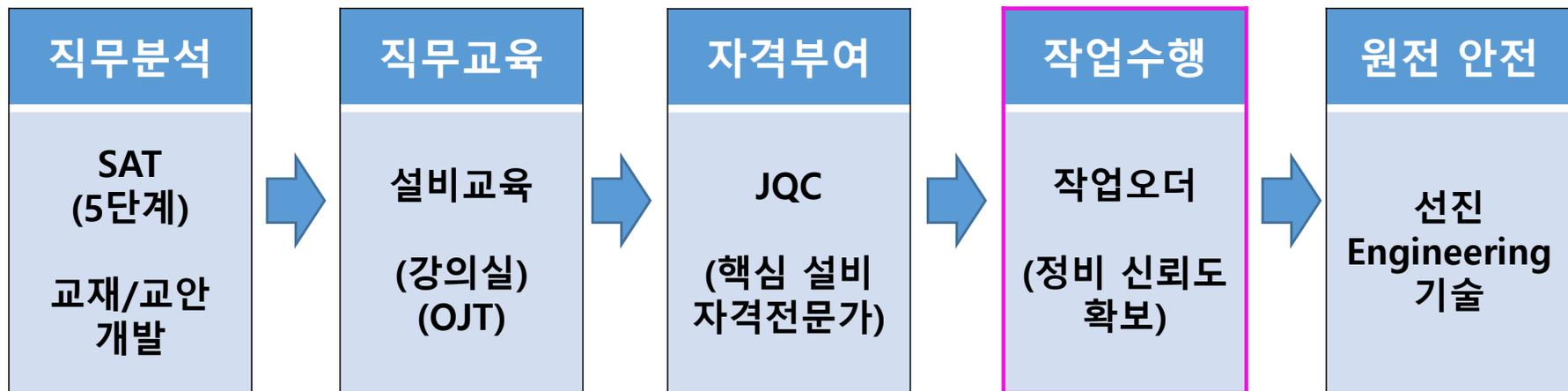
단계	제목	추진내용	생성물
1	<input type="checkbox"/> Program 절차서 개발 <input type="checkbox"/> 교육훈련 절차서 개발	<input type="checkbox"/> 설비 기기분류 및 운영 <input type="checkbox"/> 총론, 강사, 교재, 교안, OJT	절차서
2	<input type="checkbox"/> 일반 직무자격 (JQC) <input type="checkbox"/> TTM(Task to Metrix)	<input type="checkbox"/> JQC 개발 (16개) <input type="checkbox"/> TQC 개발 (92개)	자격인증서(JQC) 업무분류표(TQC)
3	<input type="checkbox"/> JQC 직무분석 <input type="checkbox"/> 교육계획(Learning Object) <input type="checkbox"/> OJT Workbook <input type="checkbox"/> OJT/TPE 평가표	<input type="checkbox"/> JTA(Jab Task Analysis) <input type="checkbox"/> 교육목표 (교과목,시간) <input type="checkbox"/> OJT 수행계획서 <input type="checkbox"/> OJT 평가표	직무분석 결과 교육계획서 OJT 계획서 OJT 평가서
4	<input type="checkbox"/> 교재 개발 <input type="checkbox"/> 교안 개발 <input type="checkbox"/> 수행평가	<input type="checkbox"/> 교재/교안 (일반과정) <input type="checkbox"/> 문제은행	교재, 교안 시험문제

6. 원전 안전성 확보 전망

■ 향후 계획

번호	구분	추진 내용
1	<input type="checkbox"/> SAT 개발(확대)	<input type="checkbox"/> 실무자격(9), 전문자격(12)
2	<input type="checkbox"/> 원전 노형별 SAT Program 개발	<input type="checkbox"/> 발전소 노형에 적합한 SAT시스템 구축

■ 기대 효과



감사합니다