

국외 출장(연수) 결과보고 요약문

1. 출장개요

○ 목 적

‘22년도 중대법 시행 이후 기술적 사고원인 뿐만 아니라, 안전보건관리체계 등 시스템적 사고원인 분석이 요구되는 환경 변화에 대응하기 위하여 해외 사고조사·분석 전문기관 연수를 통해 선진사고조사 기법을 습득하고, 공단 실정에 맞는 사고조사 체계를 개발하여 사고조사역량 강화에 기여하기 위함

○ 기 간 : 2022. 12. 10.(토) ~ 18.(일) 【7박9일】

○ 장 소 : 미국 텍사스주 휴스턴시

(Houston Marriott West Loop by The Galleria, 컨퍼런스룸)

○ 출장자 : 2명

- 중앙사고조사단 중대재해특별조사팀 여현욱 차장
- 경기지역본부 광역사고조사센터 김양곤 과장

2. 수행사항

○ 사고조사, 근본원인분석 및 소프트웨어 활용교육 고급과정 이수

- 교육기관명 : Tap Root® (미국 테네시주 녹스빌)
- 교육명 : Advanced Root Cause Analysis Team Leader Training
- 교육기간 : 2022. 12. 12.(월) ~ 12. 16.(금) (5일 과정)

- 교육일정 및 주요내용

일정	주요 교육·토론내용	비고
1일차 [12/12(월)]	- SnapCharT 기초 연습 - 근본원인트리 작성	
2일차 [12/13(화)]	- 조사준비 및 정보수집 - 인터뷰 방법 및 연습	
3일차 [12/14(수)]	- 관리시스템 및 행동변화 - 절차개선 - 인간공학	
4일차 [12/15(목)]	- 인적요인 위험 - 세이프가드 분석을 사용한 감사	
5일차 [12/16(금)]	- 최종 연습 및 발표 - 토론	

* 붙임 : 국외출장(연수)결과보고서

[덧붙임 1]

『선진 사고조사 기법 습득을 위한』 국외출장 결과보고서

2022년 사고조사분야 국외 전문기관 위탁교육

2022. 12.



I. 출장개요

가. 목 적

- ‘22년도 중대법 시행 이후 기술적 사고원인 뿐만 아니라, 안전보건 관리체계 등 시스템적 사고원인 분석이 요구되는 환경변화에 대응하기 위하여 해외 사고조사·분석 전문기관 연수를 통해 선진사고조사 기법을 습득하고, 공단 실정에 맞는 사고조사체계를 개발하여 사고조사역량 강화에 기여하기 위함

나. 교육기관 : Tap Root® (미국 테네시주 녹스빌)

- 주요사업 : 사고조사 / 근본원인분석 과정 교육, 근본원인분석 소프트웨어 개발·보급, 사업장 운영 프로세스 컨설팅 등
 - 훈련 : 사고조사·분석, 소프트웨어 활용 등

다. 교 육 명 : Advanced Root Cause Analysis Team Leader Training

라. 교육기간 : 2022. 12. 12.(월) ~ 12. 16.(금) (5일 과정)

마. 교육장소 : 미국 텍사스주 휴스턴시

(Houston Marriott West Loop by The Galleria, 컨퍼런스룸)

바. 출장자 : 2명

- 중앙사고조사단 중대재해특별조사팀 여현욱 차장
- 경기지역본부 광역사고조사센터 김양곤 과장

II. 출장내용

가. 세부일정(7박 9일 일정)

일정	수행내용	주요 교육·토론내용
12/10(토)	이동	○ 인천 출발 → 미국 텍사스 도착 (환승 포함)
12/11(일)	교육 참여 준비	○ 교육 참여 준비 및 휴식
12/12(월)	교육 1일차	- SnapCharT 기초 연습 - 근본원인트리 작성
12/13(화)	교육 2일차	- 조사준비 및 정보수집 - 인터뷰 방법 및 연습
12/14(수)	교육 3일차	- 관리시스템 및 행동변화 - 절차개선 - 인간공학
12/15(목)	교육 4일차	- 인적요인 위험 - 세이프가드 분석을 사용한 감사
12/16(금)	교육 5일차 (교육종료)	- 최종 연습 및 발표 - 토론
12/17(토) ~ 18(일)	이동	○ 미국 텍사스 출발 → 인천 도착 (기내 1박)

나. 주요 세부내용

1) TapRoot®란 무엇인가?

- TapRoot® 근본원인분석(Root Cause Analysis, RCA)은 감사, 전조 사건 또는 주요 사고의 실제 근본 원인을 찾기 위한 체계적인 프로세스, 소프트웨어 및 교육임
- TapRoot® 근본원인분석은 더 나빠지거나 단순해 보이는 문제(아차 사고, 전조증상 등)를 조사하도록 설계되었으며, 주요 사고를 조사하는 데에도 사용할 수 있음

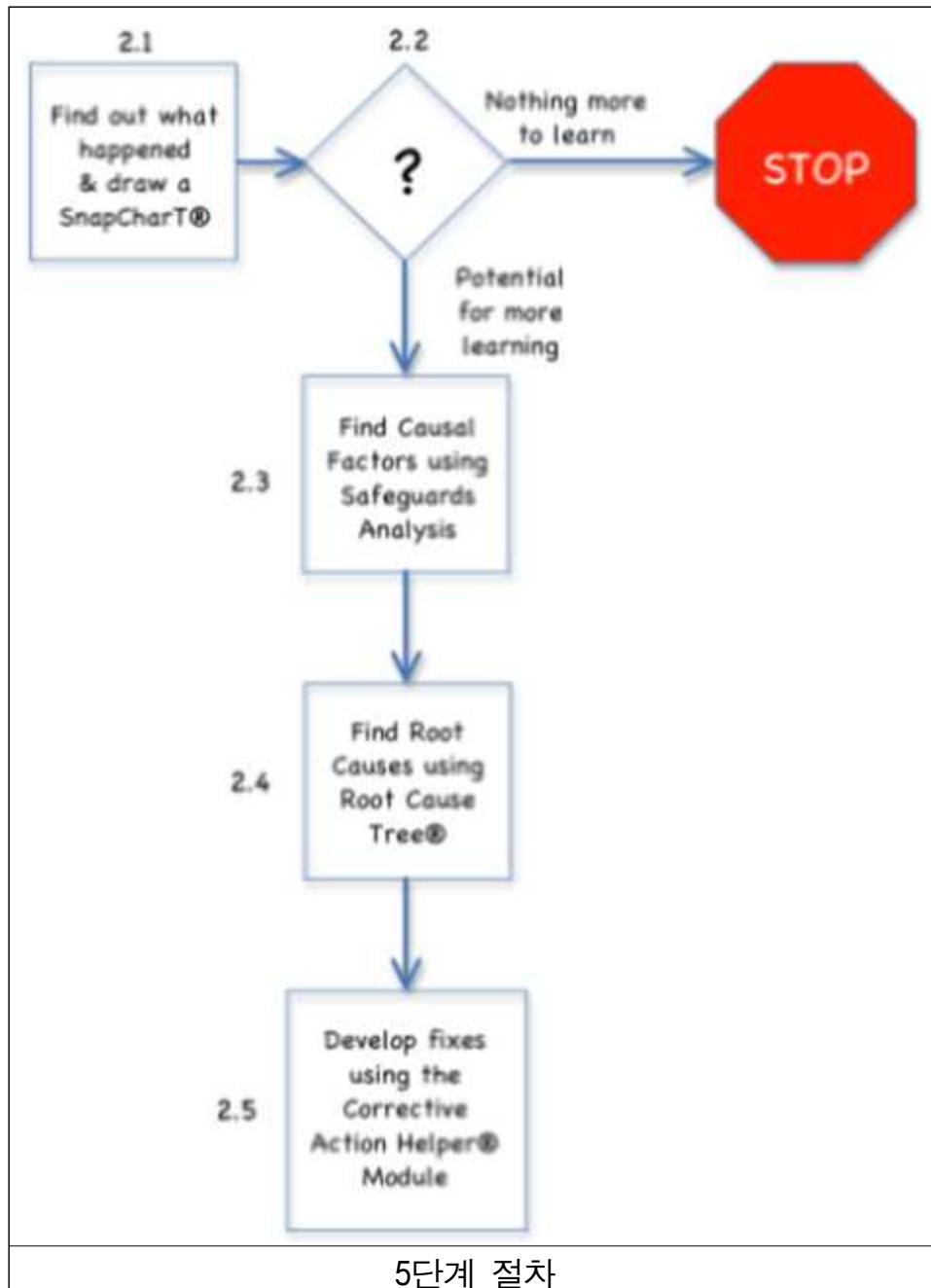
2) TapRoot® 절차

- TapRoot®는 단순/전조 사건에 활용되는 5단계 절차와 주요 사고에 활용되는 7단계 절차가 있음
- 5단계 절차
 - ① 1단계 : 왜 그런 일이 일어났는지 알아내기 전에 무슨 일이 일어났는지 확인하는 단계
(활용 도구 : SnapCharT)
 - ② 2단계 : 더 배울 것이 있는지 결정하는 단계. 사건 및 사고에 대해 더 이상 파악할 것이 없는 경우 조사 종료
(활용 도구 : SnapCharT)
 - ③ 3단계 : 해당 사건 및 사고가 재발할 가능성이 있는 경우 방호분석(Safeguard Analysis)을 통해 원인요소(Causal Factor) 찾는 단계
(활용 도구 : Safeguard Analysis)
 - ④ 4단계 : Root Cause Tree를 이용하여 각 원인 요소를 분석하여 근본원인을 찾는 단계

(활용 도구 : Root Cause Tree, Root Cause Tree Dictionary)

- ⑤ 5단계 : 찾은 근본원인에 대해 시정 조치 도우미(Corrective Action Helper) 모듈을 이용하여 문제개선을 실시하는 단계

(활용 도구 : Corrective Action Helper 가이드/모듈)



- 7단계 절차(장비 고장/붕괴, 화재/폭발, 품질 문제, 심각한 부상 또는 사망, 환경문제 등에서 활용가능)

① 1단계 : 알고 있는 것을 평가하고, 조사팀을 구성, 증거 보존, 인터뷰 결정, 조사팀 안전 확보 등 조사를 계획하는 단계
(활용 도구 : SnapCharT, Root Cause Tree, Equifactor)

② 2단계 : 수집한 증거를 문서화하고 정리하고 이해하기 어려운 문제를 심도있게 분석하는 등 무슨 일이 일어났는지 확인하는 단계
(활용 도구 : SnapCharT, 중요 인간 행동 프로필 (Critical Human Action Profile, CHAP), 변화 분석 (Change Analysis), Equifactor)

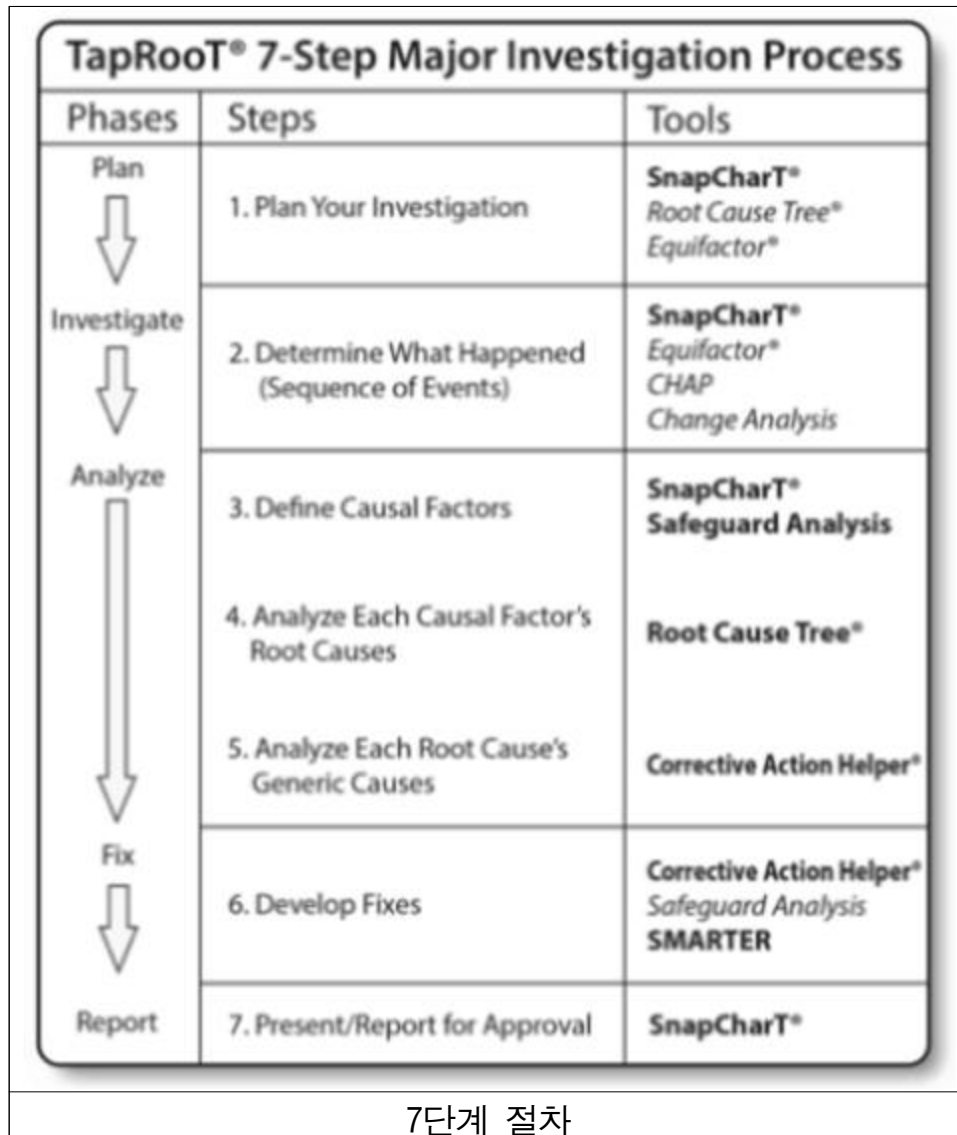
③ 3단계 : 방호분석을 통해 원인요소를 찾는 단계
(활용 도구 : Safeguard Analysis)

④ 4단계 : Root Cause Tree를 이용하여 각 원인 요소를 분석하여 근본원인을 찾는 단계
(활용 도구 : Root Cause Tree, Root Cause Tree Dictionary)

⑤ 5단계 : 각 근본원인의 문제를 아우르는 일반 원인(Generic Cause) 분석
(활용 도구 : Corrective Action Helper 가이드/모듈)

⑥ 6단계 : 찾은 근본원인에 대해 문제개선을 실시하는 단계
(활용 도구 : Corrective Action Helper 가이드/모듈, Safeguard Analysis, SMARTER)

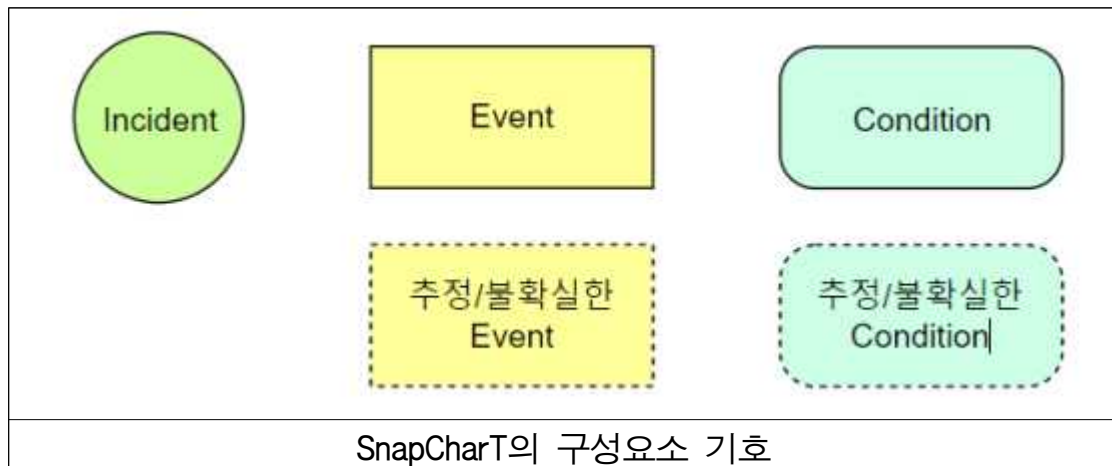
⑦ 7단계 : 조사, 분석 결과를 경영진에게 보고하는 단계
(활용 도구 : SnapCharT)



3) SnapCharT

- (정의) 일어난 일을 순서대로 정리하여 시각화하는 도구로써 계획 및 수집한 자료를 정리할 수 있기 때문에 조사를 하는데 있어 가장 기본이 됨
- SnapCharT의 구성요소
 - Incident : 일어난 일 중 가장 좋지 않은 결과(사고)
 - Event : ‘누가 무엇을 하(했)는지?’, ‘무엇이 무엇을 하(했)는지?’
시간정보를 포함하여 한 일어난 일에 대해 기록

- Condition : 사고조사, 인터뷰를 통해 Event에 대해 알게된 정보를 기록(예: 어떠한 절차를 하지 않았는지?, 장비가 어떻게 고장났는지?, 안전 작업 절차가 있었는지?)



○ SnapCharT 제작 순서

- ① 제일먼저 사건(Incident) 기록
 - ② 사건을 중심으로 하여 전후에 발생한 일(Event)에 대해 시간순서대로 기록
 - ③ 조사 시 확보된 정보 등을 토대로 각 Event에 대해 조건(Condition)을 기입
 - ④ 기록된 Event, Condition 중에 사건 발생에 기여할 수 있는 요인에 대해 Safeguard Analysis로 분석하여 Causal factor로 표시
- ※ Causal factor 위에 Causal factor를 둘 수 없음. 이 경우는 더 근본원인에 해당하는 factor를 최상위로 두고 나머지 condition을 하위로 위치 조정

4) 원인요인(Causal Factor)

○ (정의) 사고를 일으키는데 인과관계가 성립되는 요인

- mistake, error : 휴먼에러(Human error)
- failure : 장비/설비 고장

- fails to mitigate : 완화하지 못함

○ 휴먼에러, 장비/설비 고장에 대한 Causal Factor 분류

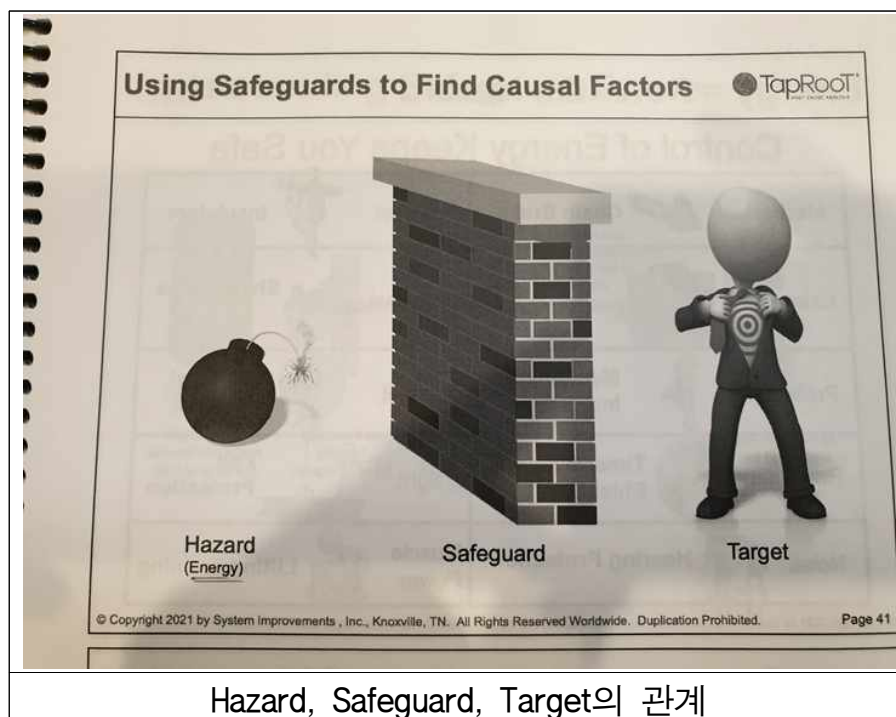
- Initiating Error : Hazard(Incident 발생 직전단계의 Hazard 포함)

- Failed to Catch/Stop : Initiating Error가 사고발생 대상(Target)까지 도달하지 못하도록 막는 Safeguard 중 제 역할을 하지 못한 Safeguard

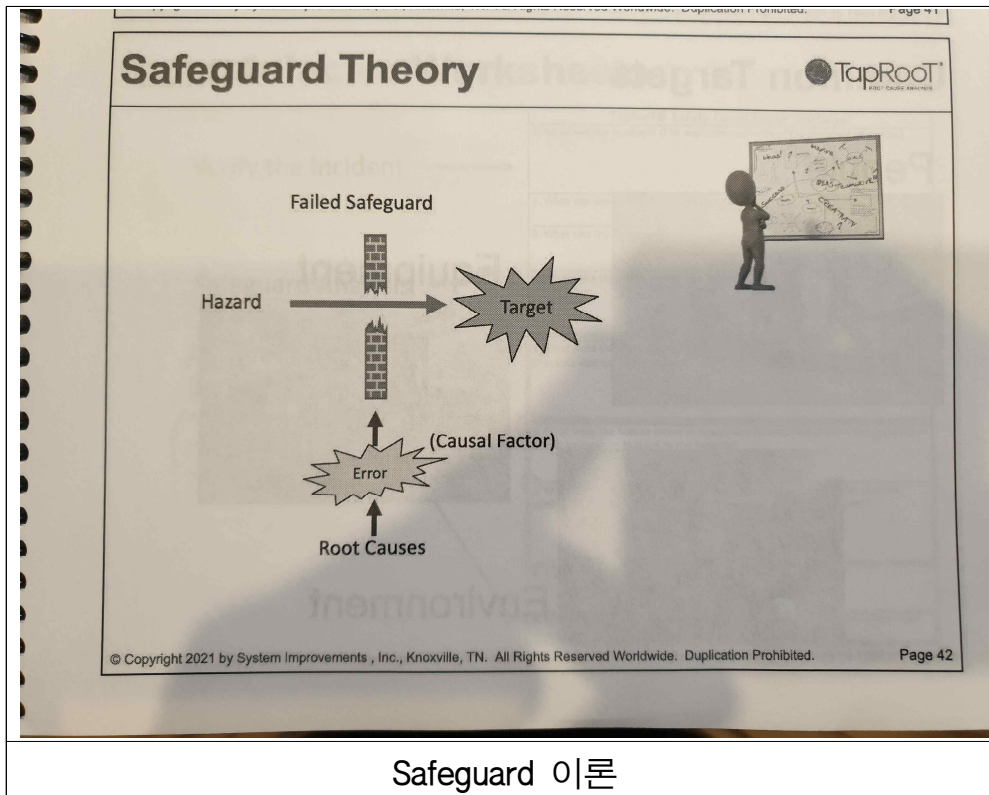
- Failed to Mitigate : 사고발생 대상으로써 사람 또는 장비/설비

5) Safeguard(방호) Theory

○ (정의) 잠재 위험(Hazard)을 가지고 있는 에너지가 의도와 다르게 작용하여 사고발생 대상(사람, 장비/설비, 환경 등)에게 미칠 수 있는 영향을 막을 수 있는 장치, 시스템, 조건 등



○ Safeguard가 제 역할을 하지 못하는 경우 Hazard는 Target에 영향을 미치게 되며, Safeguard가 제 역할을 하지 못한 근본적인 원인을 찾아 해결하는 것이 근본원인 분석의 목표임



Safeguard 이론

- Safeguard는 제거, 대체 격리, 인간수행능력 증진 등의 순서로 우선 행해져야 효과적임



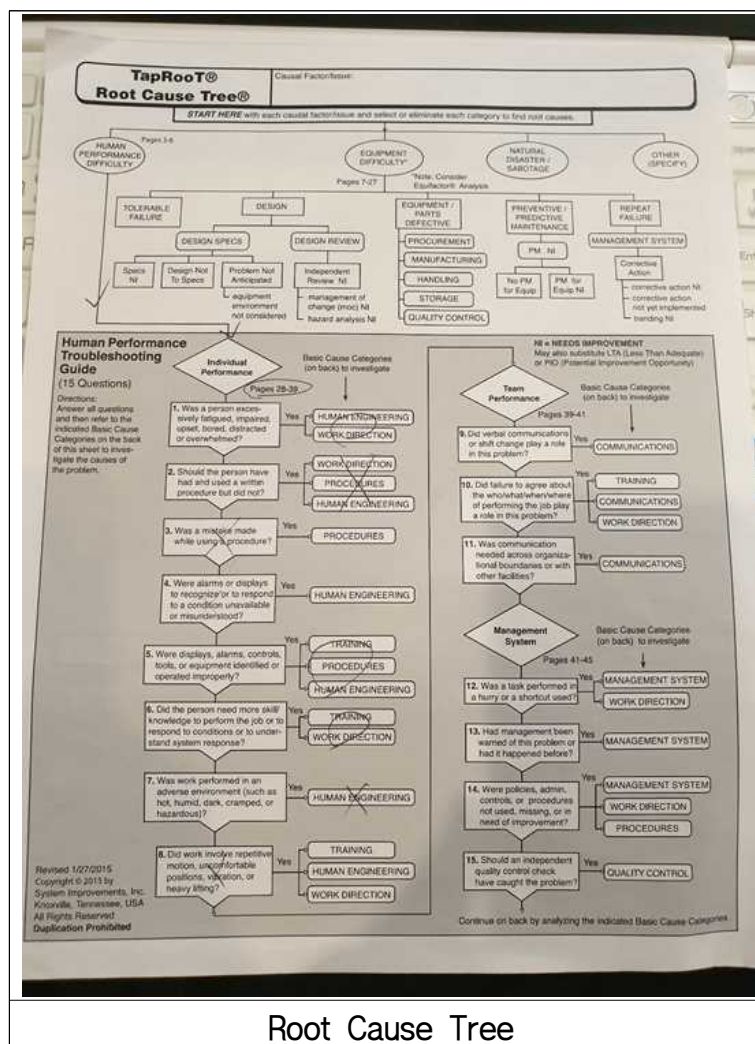
Safeguard 상위체계

6) WorkSheet

- (정의) SnapCharT에서 기록된 Event, Condition 중 Safeguard를 찾아내어 실패한 Safeguard(=Causal factor)를 찾아내기 위해 사용되는 체크리스트 형태의 질문지
- 적용분야에 따라 제작된 버전은 총 4가지로써 Safety, Quality, Patient Safety, Equipment Failure가 있음

7) Root Cause Tree

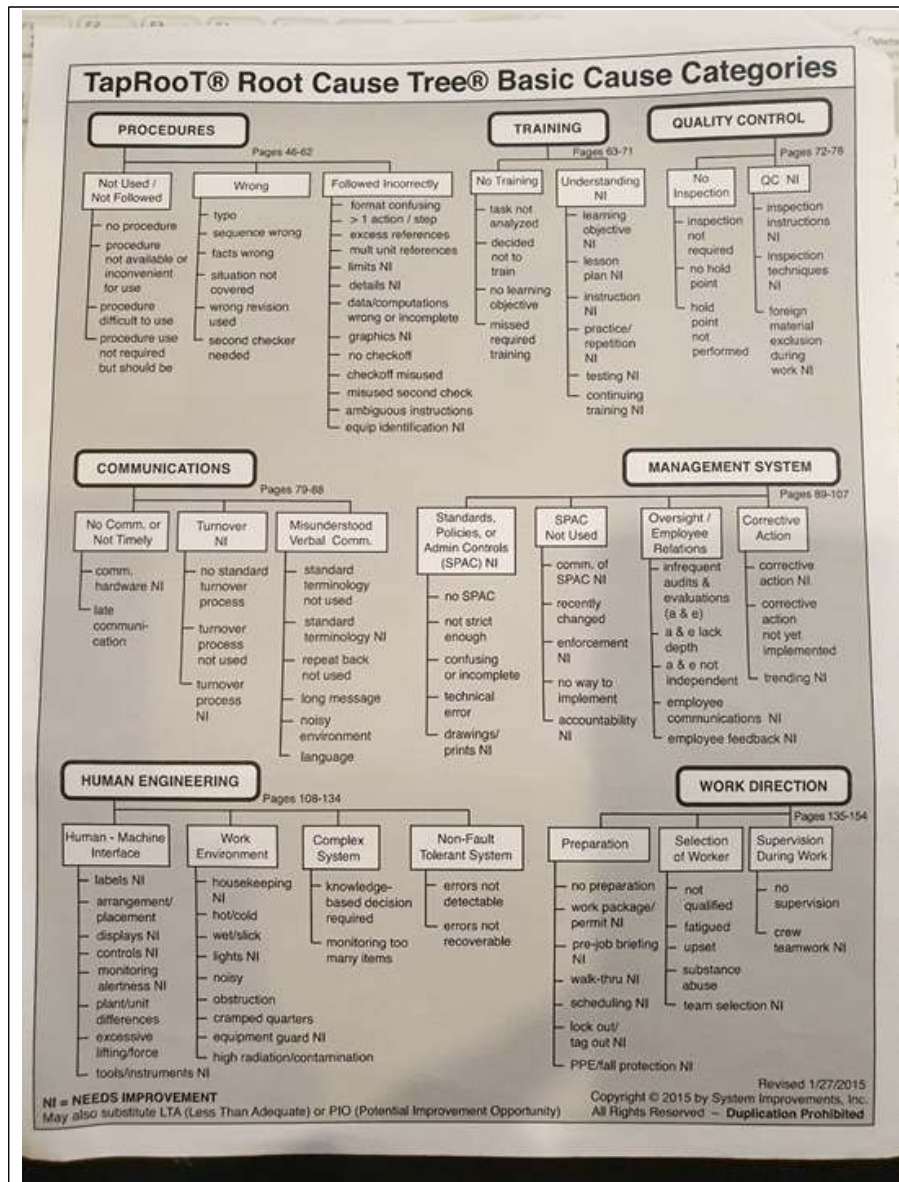
- (정의) 조사자가 휴먼에러나 장비/설비에 대해 근본 원인을 찾아내는데 도움을 주기위해 고안된 도구



Root Cause Tree

8) Root Cause Tree – Basic Cause Categories

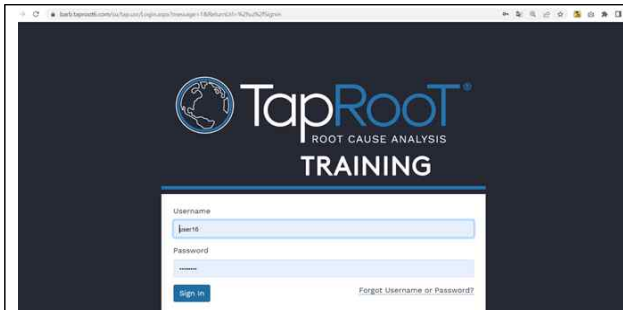
- (정의) Root Cause Tree에서 찾아낸 근본원인이 인간 수행의 어려움 (Human Performance Difficulty)에 해당하는 경우 인간행동에 대한 단계 더 심도 있게 근본원인을 분석하는 분류체계



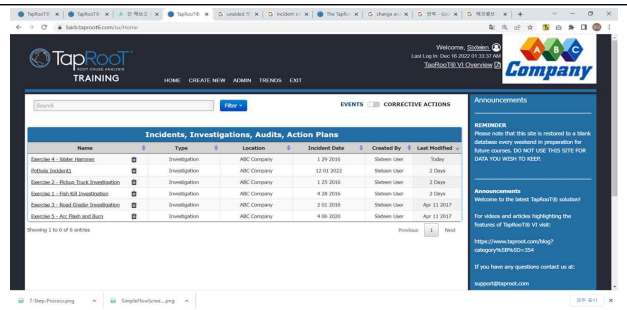
Root Cause Tree – Basic Cause Categories

9) TapRoot® 프로그램

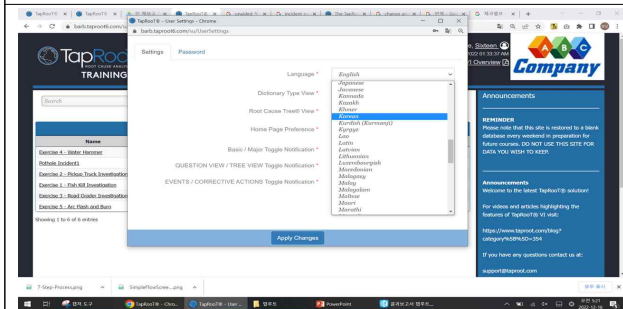
○ 근본원인 분석을 위한 TapRoot® 프로그램 훈련



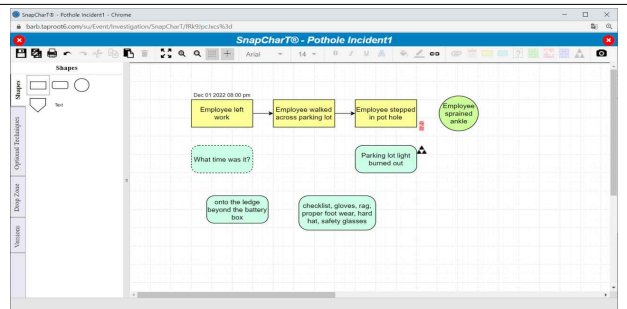
탭루트 트레이닝 홈페이지



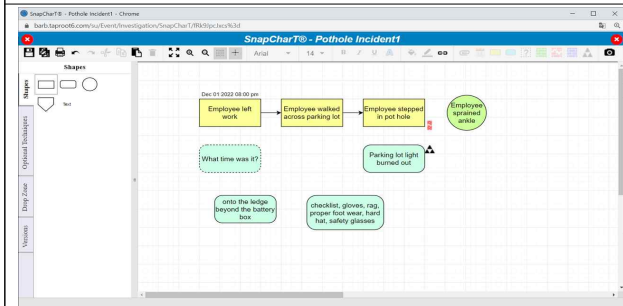
사고조사 예제



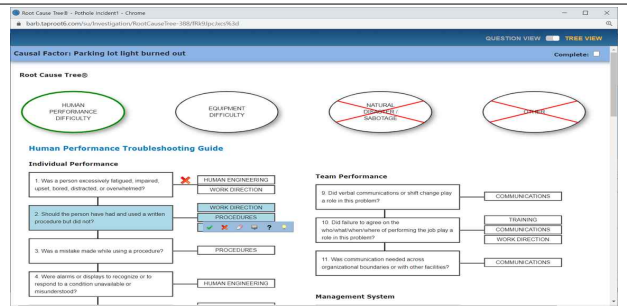
언어설정 한국어 변경 가능



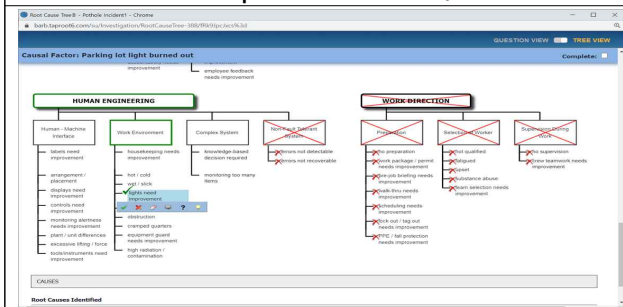
사고 개요 등록



SnapcharT 만들기



분석(기본원인 카테고리 찾기)



분석(Human error 기본원인 카테고리 분석)



분석된 기본원인 카테고리에 대한 개선활동 실시

개선활동 입력화면	개선대책 및 개선기한 입력
개선활동 입력완료	레포트 생성

10) 인터뷰 관련

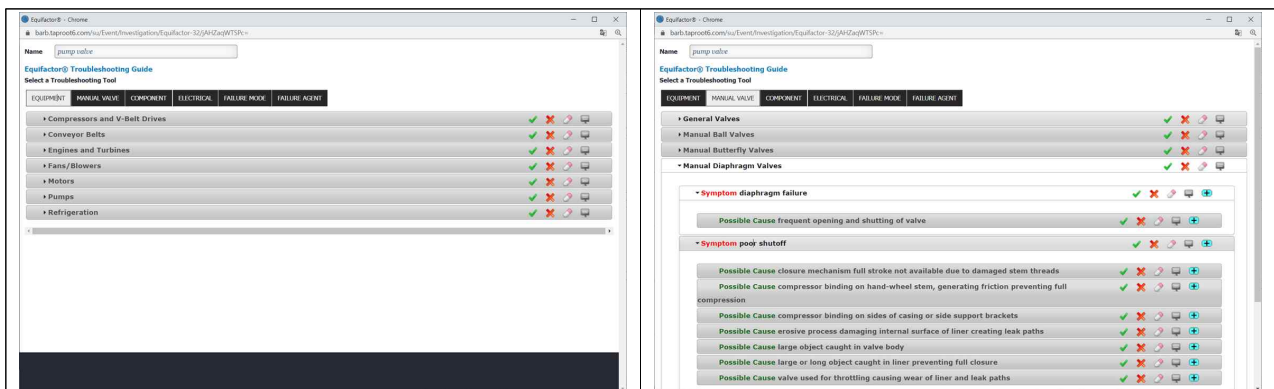
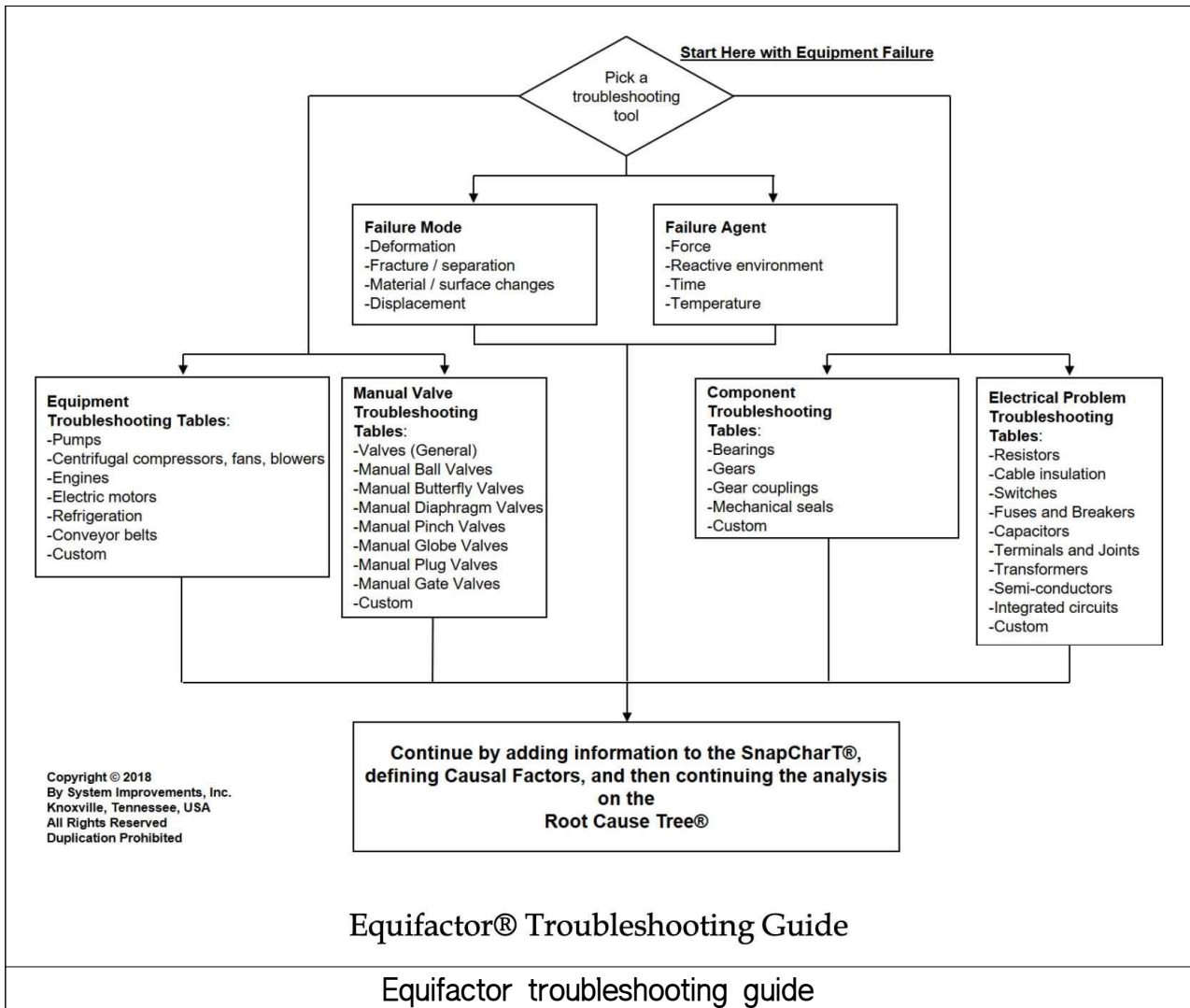
- 목격자 1명을 대상으로 1:1, 2:1, 3이상:1 등의 인터뷰 팀을 구성할 수 있으며, 2명 이상의 인터뷰 팀을 꾸리는 것이 자료 확보, 현장조사 후 사실관계 비교 및 원인을 추정하는데 도움이 됨
- 인터뷰 순서(12단계)
 - ① 인터뷰 계획 : 누구? 언제? 어디서? 무엇을? 인터뷰팀 구성
 - ② 인터뷰 준비 : SnapCharT 사용하여 예상 질문 준비
 - ③ 인터뷰 소개 : 실제 목격자, 관계자를 대상으로 인터뷰 시작하는 단계로써 상대방에게 본인 및 인터뷰 목적 소개
 - ④ 인터뷰 방법설명 : 인터뷰 진행과정 설명, SnapCharT 기록
 - ⑤ 분위기 환기 : 본격적인 인터뷰 전 원활한 인터뷰 진행을 위해 분위기 환기, 인터뷰 대상이 경직되지 않도록 편안한 분위기 제공
 - ⑥ ‘인터뷰 대상이 아는 대로’ 설명 요구 : 사고당시 어떠한 일이

일어났는지 처음부터 끝까지 인터뷰 대상이 알고 있는 대로 설명
요구. 인터뷰 대상이 기억하는 세세한 부분까지 기록하며, 절대
인터뷰 대상의 말을 방해하지 말 것

- ⑦ 명확하게 질문 : ‘왜?’ 라고 질문하기 보다는 ‘어떻게?’, ‘무엇을?’
하였는지 질문
- ⑧ SnapCharT 재확인 : 인터뷰 내용을 토대로 기존 Snap- CharT 내용을
갱신
- ⑨ 후속조치 필요성 설명 : 추가 정보를 수집하는 과정으로써 인터뷰
대상에게 추가조사 등을 위해 향후 다시 인터뷰 할 수 있음을 설명
- ⑩ 감사인사 및 인터뷰 마무리 : 명함, 연락처 주고 받으며 인터뷰
협조 감사 인사
- ⑪ 인터뷰 기록 복기 : 인터뷰 동안 기록한 내용을 알아볼 수 있는지?
문답이 채워졌는지? 새로운 질문이 있는지? 확인
- ⑫ SnapCharT 갱신 : 인터뷰팀과 정보를 공유하며 Snap -Chart 갱신

11) Equifactor

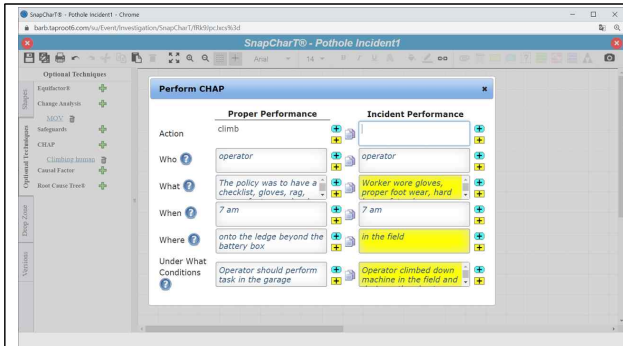
- (정의) 장비·설비의 기술적인 근본원인 분석을 위해 만들어진 분석도구
- 다음과 같은 경우 Equifactor를 사용하여 장비·설비의 기술적인
근본원인 분석에 도움을 받을 수 있음
 - 기존 확보된 정보가 제한되거나 부족한 경우
 - Causal factor 확인이 불가능한 경우
 - 추가적인 근본원인 분석이 필요한 경우
 - 효과적인 트러블슈팅 해결이 필요한 경우 등



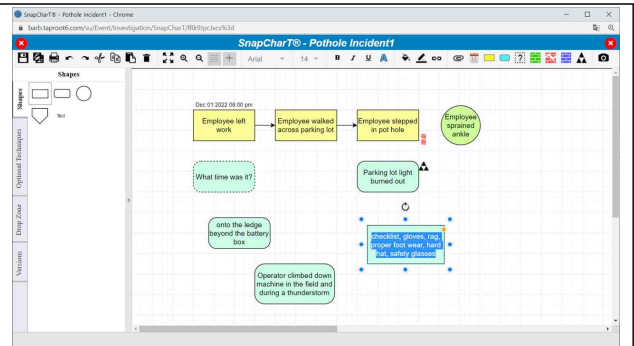
Equipfactor를 이용한 트러블슈팅 분석 화면

12) Critical Human Action Profile(CHAP)

- (정의) 인간행동에 대해 적절한 수행방법 및 사고당시 수행방법을 비교하며 분석할 수 있고 해당 내용을 SnapCharT에 손쉽게 추가 가능한 도구



CHAP 입력화면

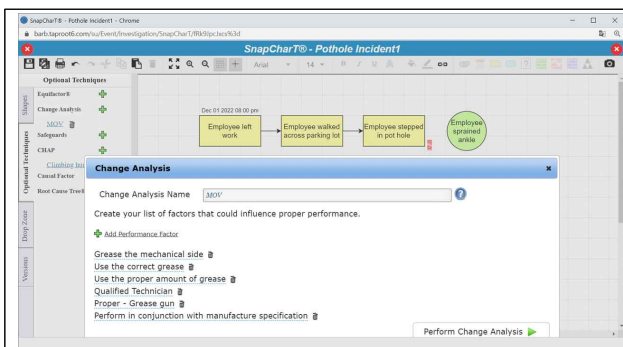


CHAP 내용을 SnapCharT에 Condition, Event로 추가가능

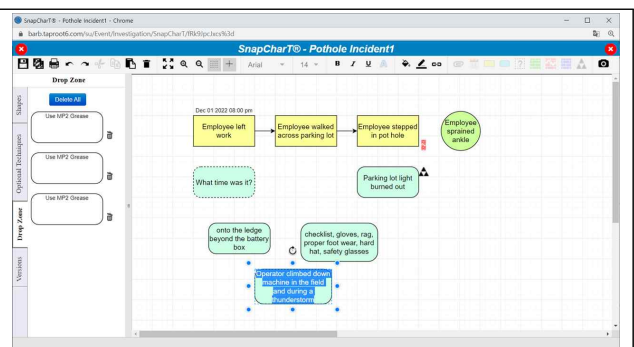
13) 변화요인 분석(Change Analysis)

- (정의) 작업자의 행동, 장비 · 설비의 상태 등 사고발생 상황이 사고 이전의 기존 상황과 비교하여 어떠한 부분이 변화/차이가 있는지 비교하는 도구로써, 분석 후 해당내용을 SnapCharT에 추가할 수 있음

※ 인터뷰 시 활용하기 용이함 예) "비상정지버튼이 사고 이전에도 작동되지 않았나요?"



Change Analysis 입력화면



CHAP 내용을 SnapCharT에 Condition, Event로 추가가능

13) 커뮤니케이션의 중요성

- 인간의 청각으로 전달받은 정보는 단기간에 받아들이는데 양과 기간에 한계가 있으므로 구두지시 및 구두전달 외에 다른 의사전달 수단을 함께 활용하여야 함
- 장기-단기 기억 비교

구 분	단기기억	장기기억
정보 전달방식은?	인식	인코딩, 일부 암시적
어떤 형식인지?	청각	모든 형태
기억 용량은?	7 ± 2 단어	무제한
기억 기간은?	도움, 간섭없는 상태에서 약 15초	영원히
얼마나 소실되는가?	일부 감쇠, 대부분 간섭됨	잊을 수 없음
기억 보존에 대한 제어는?	리허설을 통해 장기기억으로 인코딩	다중표현, 강력한 연관성, 감성적 경험을 통합
어떤 종류의 오류가 일반적인지?	청각, 순서	유사성

다. 성과

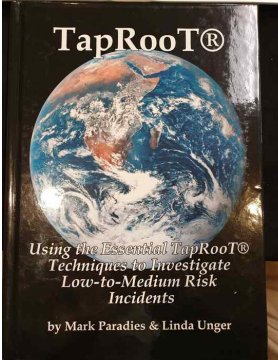
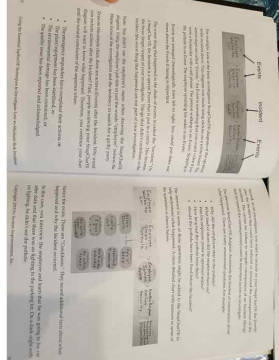
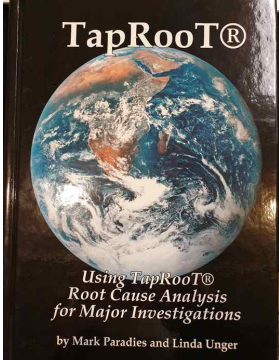
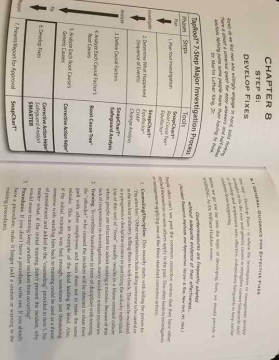
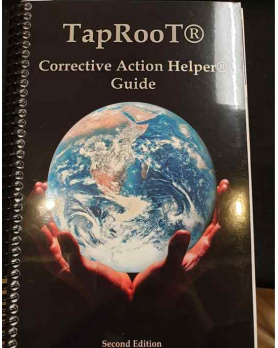
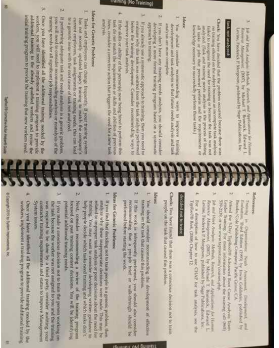
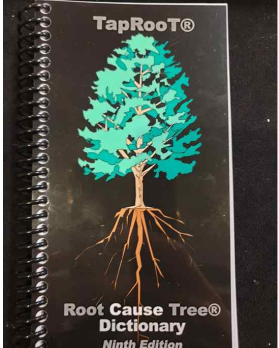
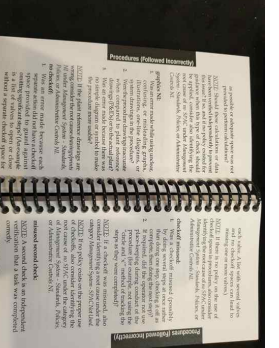
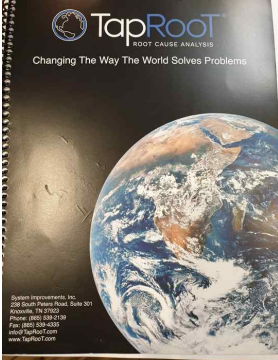
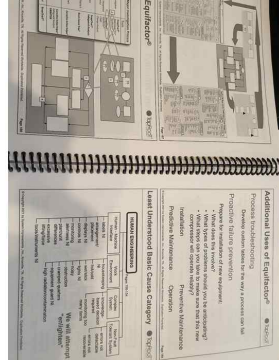
- 이번 5일간의 교육을 통해 TapRoot®의 근본원인 분석도구는 체계적인 재해 원인조사를 통해 근본원인(Root Cause)을 파악할 수 있는 도구 중에 하나로 활용될 수 있음을 확인함
- 또한, 교육기간 중 이론 및 실습을 통해 근본원인 분석의 중요성, 인터뷰 기술 및 TapRoot® 근본원인 분석도구를 활용할 수 있는 능력을 갖추게 되었음

Ⅲ. 시사점 및 특이사항

- TapRoot[®] 근본원인 분석도구는 ABS사의 Root Cause Analysis 등과 같이 근본원인(Root Cause)을 분석할 수 있는 도구 중에 하나로써, 아차사고 및 중대재해 등 사고조사 분야에서 근본원인을 확인하고 동종재해를 예방하기 위해 활용될 수 있음
- TapRoot[®] 근본원인 분석도구는 인터뷰, 자료수집 등 현장조사를 통해 사고(Incident) 시점 전후로 세분화한 사건(Event)에 대해 당시 상황, 조건(Condition) 등을 기록하고,
- 실제 사고유발에 기여한 여러 가지 원인 요소(Causal Factor)들을 체크리스트 형태의 질문지를 통해 검토함으로써, 사고에 직접적으로 기여하여 개선되어야 할 원인 요소에 대해 개선대책을 수립하고 현장에서 이행되었는지 여부를 한꺼번에 관리 할 수 있다는 측면에 있어서 매우 효율적인 도구임
- TapRoot[®] 근본원인 분석도구가 가지는 장점은 다음과 같음
 - 사고와 관련된 사건과 사고유발 조건들을 보기 쉽게 도식화 할 수 있음
 - 도식화한 각 사건과 조건을 ‘휴먼에러’, ‘장비/설비 문제’, ‘자연 재해/사보타지’, ‘기타 문제’ 까지 총 4가지 대항목으로 구분하고 각 항목에 대한 질문에 답하는 방식으로 근본원인에 접근함
 - 각 항목에 대한 질문은 매우 세분화되어 있으며, 체크리스트 형태로 되어 있어 조사자가 일으킬 수 있는 휴먼에러를 최소화하고 누락 없이 조사 및 검토가 가능함
- 따라서 TapRoot[®] 근본원인 분석도구는 근본원인을 찾아내고 개선하는데 도움을 줄 수 있는 효율적인 도구임으로 향후 공단의 사고조사 시 해당 도구를 적용할 수 있는 방안에 대해 긍정적으로 고려해야 할 필요가 있음

IV. 수집자료

○ TapRoot® 근본원인 분석관련 책자 5권

 	 
Essential TapRoot® Techniques(5단계)	Essential TapRoot® Techniques(7단계)
 	 
Corrective Action Helper Guide	Root Cause Tree Dictionary
 	
교육 교재	

V. 선물 수령 및 신고 여부

수령 여부	신고 여부	비고
(○, ⊗)	(○, ×)	

※ 10만원(미화 100달러)이상 이거나 시장가액을 알 수 없는 선물 수령 시 지체없이 감사실에 신고

VI. 첨부자료

가. 증빙자료



교육 과정 등록 및 교육자료 수령



Certification(여현욱차장)

Certification(김양곤과장)