

철도기관사의 사고, 우울감, 인지실패 간의 인과관계 검증

노춘호 · 신태현[†]

The Verification of Causality among Accident, Depression, and Cognitive Failure of the Train Drivers

Choon-Ho Ro · Tack-Hyun Shin[†]

ABSTRACT

This study intended to testify the causality among three variables such as accident, depression and cognitive failure of the train drivers. For this purpose, two research models were suggested. Model 1 hypothesized the causality among three variables as ‘depression → cognitive failure → accident’. On the other hand, model 2 hypothesized the causality among three variables as ‘accident → depression → cognitive failure’.

Results based on AMOS using 416 train drivers' questionnaire showed that model 2 is more valid than model 1. The statistical result of model 1 showed that depression has a positive effect on cognitive failure, however no significant relationship between depression and accident as well as between cognitive failure and accident. In model 2, the result showed that the accident has a positive effect on cognitive failure mediated by depression. This result suggests the necessity for establishment of countermeasures to mitigate mistake and cognitive failure caused by train drivers in a wider context, considering the causality between accident and depression.

Keywords : Train Drivers, Physical Depression, Psychological Depression, Cognitive Failure, Causality

요약

본 연구는 철도기관사에 의해 유발되는 사고와 우울감 및 인지실패 간의 관계를 ‘우울감 → 인지실패 → 사고’의 인과관계로 접근하는 연구모형 1과 ‘사고 → 우울감 → 인지실패’의 인과관계로 접근하는 연구모형 2로 설정하고 어느 모형이 타당한지를 구조방정식 모형으로 검증하였다. 현직 철도기관사 416명의 설문응답 유효데이터를 토대로 검증한 결과 후자의 연구모형, 즉 ‘사고 → 우울감 → 인지실패’의 인과관계에서 사고가 우울감을 매개로 하여 사고에 영향을 미친다는 점에서 모형 2가 통계적으로 타당하다는 결론을 도출하였다. 이 같은 연구결과는 인적오류와 관련하여 사고와 우울감의 인과관계 측면에서 접근하고 제도적인 개선방안을 함께 모색할 때 궁극적으로 기관사의 실수와 인지실패를 저감시킴으로써 인지실패로 인한 사고와 인적 오류의 확률을 그만큼 저감할 수 있다는 것을 시사한다.

주요어: 철도기관사, 사고, 신체적 우울, 심리적 우울, 인지실패, 인과관계

1. 서론

철도기관사의 인적 오류에 관한 행동과학적 기반의 연구가 상당히 축적되어 있지만, 철도기관사의 사고에 초점을 두면서 이의 선행변인과 후행변인의 인과관계를 밝히려 시도한 실증연구는 희소하다. 철도기관사는 운전업무 수행과정에서 다양한 스트레스를 경험하게 된다. 한 부류의 연구들은 누적된 스트레스로 인한 우울감이 신체, 정신, 정서적으로 다양한 증세를 유발시키고 이는 개인의 사고와 인지기능에 손상을 초래하기 때문에 실수와 사고의 발생가능성이 높아진다는 실증결과를 제시하고 있다.

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

Received: 2 December 2016, **Revised**: 21 December 2016, **Accepted**: 21 December 2016

† Corresponding Author: Tack-Hyun Shin

E-mail: shin6468@seoultech.ac.kr

Industrial & Information Systems Engineering,

Seoul National University of Science and Technology

한편, 다른 부류의 연구들은 사고경험에 따른 정신적 충격과 이로 인한 우울감이 인지기능의 손상을 초래해 인지실패와 실수를 유발한다는 입장을 견지하고 있다.

본 연구는 이들 두 부류의 연구 관점과 결과에 토대해 철도기관사의 사고, 우울감 및 인지실패 등 세 변인 간의 인과관계를 실증적으로 검증함으로써 과연 어느 관점이 좀 더 타당한지를 밝혀보려는 의도에서 이루어졌다. 즉 본 연구의 목적은 ‘우울감 → 인지실패 → 사고’의 인과관계 모형과 ‘사고 → 우울감 → 인지실패’의 모형 중 어느 모형이 좀 더 타당한 것인지를 검증해보려는데 있다.

2. 선행 연구

2.1 ‘우울감 → 인지실패 → 사고’의 인과관계

우울감은 정신 건강의 한 가지 척도로 한 개인에게 상당한 고통과 생산성 저하는 물론 극단적인 경우 죽음과 자살충동에 이르게 하는 심각한 증세의 하나다. 자동차의 경우이긴 하지만 심각한 자동차 사고로 우울감을 느끼는 환자는 일반적으로 다음과 같은 10가지 증상을 경험하는 것으로 보고되고 있다(Hensley Legal Group, 2011).

Table. 1. 10 Symptoms of Depression

10 Symptoms of Depression	
① 친숙했던 사람이나 사물에 무관심	② 두통
③ 지속적 슬픔	④ 수면과 식사의 어려움
⑤ 무기력과 피로감	⑥ 좌절과 허무함
⑦ 죽음과 자살 충동	⑧ 의사결정, 사고 혹은 집중의 어려움
⑨ 죄책감	⑩ 불안과 걱정, 초조감

우울감에 관한 다수의 연구들은 우울감이 환자의 지각, 기억, 운동신경 기능에 손상을 초래하고(Unsworth, Brewer & Spillers, 2012), 주의결핍 및 기억실패와 유의한 상관관계가 있으며(Jonathan, Carriere, Allan, & Daniel, 2008), 선택적 추론, 과도한 일반화, 개인화, 해석적 편견 등 여러 가지 인지왜곡과 비정상적 태도 형성의 요인임을 밝히고 있다(Beck, 2008). 국내의 연구에서는 우울증 경험기관사의 약 90%가 주관적인 집중력 저하를 호소하는 것으로 보고되었다(코레일, 2012). 이 같은 연구들은 우울감이 주의력과 추론 등 정상적 인지과정에 손상을 초래한다는 것을 밝힌 것으로 궁극적으로 우울감이 인지실패의 주된 요인이라는 사실을 입증하는 연구라고 할 수 있다(Austin, Mitchell & Goodwin, 2001; Hammar & Årdal, 2009; Peter, Weingartner, Bierer, et al, 1986).

한편 우울감은 사고에도 영향을 미치게 되는데 국내

철도기관사를 대상으로 한 최근의 연구에서 우울증을 경험한 기관사의 운행 중 사고 횟수와 사상사고 횟수가 무경험자에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났으며(코레일, 2012), 외국의 연구에서도 우울증세가 높은 집단이 낮은 집단에 비해 인지실패와 직장사고의 빈도가 유의하게 높았던 것으로 보고되고 있다(Simpsons et al, 2005). 이와 함께 인지실패(cognitive failure)가 운전오류와 사고(Sullivan & Payne, 2007), 자동차사고, 병원입원, 추락으로 인한 부상 및 작업관련 사고(Reason, 1988) 등 제반 사고와 유의관계가 있음도 밝혀지고 있다(이원영, 2006; 박영석, 2011).

이상의 연구들은 우울증이 인지실패에 유의한 영향을 미칠 뿐만 아니라 궁극적으로 사고와도 인과관계가 있음을 보고한 연구들이다.

2.2 ‘사고 → 우울감 → 인지실패’의 인과관계

앞에서처럼 우울감을 외생변인으로 파악한 관점과는 달리 사고 경험 자체를 외생변인으로 설정하고 사고의 충격으로 유발되는 우울감이 인지실패를 초래한다는 관점에 입각해서 수행된 연구들이 다수 존재한다. 교통사고의 후유증에 따른 극도의 스트레스와 우울감의 관계를 밝힌 연구(Åhman & Stålnacke, 2008), 사고를 경험한 철도기관사가 겪는 우울증세와 월남참전용사의 우울증세를 비교한 Newsweek지의 특집기사(Newsweek, 2015), 코레일의 기관사를 대상으로 수행된 휴먼에러 연구(코레일, 2012) 등이 이에 해당한다.

3. 연구 모형

사고, 우울감, 인지실패의 인과관계를 중심으로 선행 연구에서 제시된 두 가지 관점을 연구모형으로 설정하여 도식화하면 다음과 같다.

3.1 연구모형 1

모형 1은 철도기관사가 겪는 우울감을 외생변인으로 설정하고 우울감이 인지실패 및 사고에 미치는 영향을 검증하려는 것으로 이를 도식화하면 다음과 같다(Fig. 1).

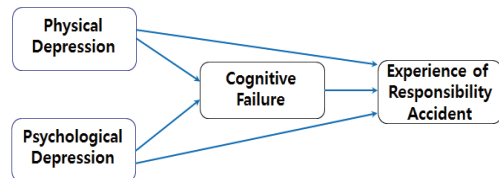


Fig. 1. Research Model I

3.2 연구모형 2

모형 2는 모형 1과 달리 사고변인을 외생변인으로 설정하고 철도기관사의 사고 경험이 우울감과 인지실패에 미치는 영향을 실증적으로 검증하려는 것으로 이를 도식화하면 다음과 같다(Fig. 2).

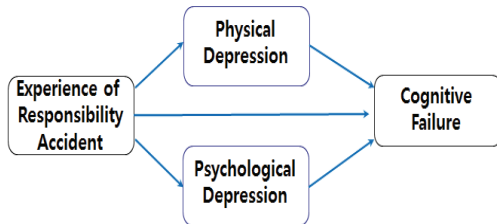


Fig. 2. Research Model II

4. 실증 연구

4.1 연구 표본

본 연구를 수행하기 위해 2012년 7-8월 중 코레일의 현직기관사를 대상으로 202부의 설문과 2012년 11-12월 중 서울도시철도공사 현직기관사를 대상으로 223부의 설문 등 총 425부의 설문을 수거하였고, 이 가운데 결측치가 있는 9부를 제외한 총 416부를 유효설문으로 판정하여 이를 대상으로 통계처리 하였다.

4.2 분석 방법

본 연구의 수행을 위해 먼저 유효설문 데이터를 대상으로 SPSS에 의한 탐색적 요인분석을 실시하여 척도순화과정을 거쳐 공통성이 낮은 항목을 제거하면서 주요 구성개념을 정리한 후 이를 토대로 측정도구의 타당성 및 신뢰도 측정을 위해 AMOS 20.0을 활용하여 확인요인분석을 실시하였다. 확인요인분석 결과 모형적합도를 저해하는 일부 항목을 추가로 제거한 결과 신체적 우울감 4항목, 심리적 우울감 3항목, 인지실패 4항목으로 최종 정리되었다. 책임사고경험 유무를 묻는 문항의 경우 ‘예 혹은 아니오’를 묻는 단일문항인 만큼 측정이 불가능하다는 한계가 있다. 따라서 책임사고 유무의 측정을 위해 단일지표 추정치를 사용하였다. 단일지표의 추정치는 0.7 또는 0.8을 사용하는 것이 일반적이기 때문에 본 연구에선 최소한의 수치인 0.7을 사용하여 분석하였다. 단일 지표를 설정하는 가장 일반적인 방법은 요인적재량을 1로 두고, 측정오차는 $(1 - \alpha)^2$ 으로 고정시키는 것인데 이렇게 하면 추정의 결과가 명확하고, 요인적재량이 불변

추정치가 되기 때문에 측정문항의 결함을 극복할 수 있게 된다.

4.3 측정도구의 타당성 및 신뢰도 측정

본 연구에서 우울감의 구성개념은 박영석(2011)의 연구에 토대해 신체적 우울과 심리적 우울로 구분하였으며, 인지실패는 이용만(2014)의 연구를 참조하였다.

확인적 요인분석에서 적합도의 적용이 중요한데 이를 엄격하게 적용할 경우 RMSEA(root mean square error of approximation) 0.08 이하, GFI(goodness-of-fit-index), NFI(normed fit index), CFI(comparative fit index), IFI(incremental fit index)는 0.9 이상, SRMR(standardized RMR)은 0.08 이하가 바람직하다. <Table 2>는 타당성을 저해하는 항목의 제거 후 모형적합도 지수를 나타낸 것이다. 적합도 지수는 $\chi^2 = 73.739(df=49, p=0.013)$, $\chi^2/df=1.505$, RMSEA = 0.035, GFI=0.971, IFI=0.988, NFI=0.965, CFI=0.988, SRMR=.027로 나타나 표본크기에 민감한 χ^2 값을 제외 하고는 매우 양호한 수준으로 도출되었다. 본 모형에서 표준화된 적재치는 모두 0.5이상으로 나타났고, 개별 측정변수들의 복합신뢰도(Composite Reliability)는 0.7 이상으로 나타났기 때문에 모형이 유효함을 알 수 있다. 그리고 측정 모형의 판별타당성을 분석하기 위해 연구 단위들의 AVE(분산추출지수)의 값을 계산해본 결과 모든 값이 0.5보다 큰 것으로 나타나고 있어 판별타당성도 충족되었다.

5. 실증분석 결과

사고, 우울감 및 인지실패의 인과관계 검증을 위해 설정된 두 가지 연구모형의 타당성을 분석하기 위해 구조방정식 모형을 활용하여 검증한 결과는 다음과 같다.

5.1 연구모형 1의 검증

AMOS를 활용하여 ‘우울감 → 인지실패 → 사고’의 인과관계를 검증한 결과, $\chi^2=73.739(df=49, p=0.013)$, $\chi^2/df=1.505$, RMSEA = 0.035, GFI=0.971, IFI=0.988, NFI=0.965, CFI=0.988, SRMR=.027의 값을 갖는 모형이 도출되었다. 따라서 연구모형 1은 적합한 것으로 판명되었다. 연구모형 1의 구조모형 경로분석 결과는 <Table 3>과 같고 이를 도식화하면 [Fig. 3]과 같다.

Table 2. Result of CFA

Construct	Measurement Items	SRW	S.E	t-value	SMC	Construct Reliability	AVE
Physical Depression	a1	.725	-	-	.526	.843	.573
	a2	.784	.071	14.678	.614		
	a3	.756	.078	14.210	.572		
	a4	.760	.070	14.455	.593		
Psychological Depression	a14	.749	-	-	.562	.807	.585
	a16	.746	.064	13.794	.557		
	a18	.798	.065	14.456	.637		
Cognitive Failure	b2	.739	-	-	.546	.833	.558
	b3	.707	.072	13.338	.500		
	b4	.816	.076	15.091	.666		
	b5	.720	.076	13.566	.518		
Accident	d1	.836	-	-	.699	.700(assumption)	.699
Model Fit	$\chi^2=73.739(df=49, p=0.013)$, $\chi^2/df=1.505$, RMSEA=.035, NFI=.965, IFI=.988, CFI=.988, GFI=.971, SRMR=.027						

Table 3. Result of Path Analysis(Research Model I)

Path	Coefficient	S.E	t-value	P
Physical Depression -> Cognitive Failure	.408	.075	5.474	.000***
Physical Depression -> Accident	.006	.056	.109	.913
Psychological Depression -> Cognitive Failure	.213	.081	2.638	.008**
Psychological Depression -> Accident	.047	.059	.800	.424
Cognitive Failure -> Accident	.055	.050	1.100	.271
Model Fit	$\chi^2=73.739(df=49, p=0.013)$, $\chi^2/df=1.505$, RMSEA=.035, NFI=.965, IFI=.988, CFI=.988, GFI=.971, SRMR=.0270			

***=p<0.001, **=p<0.01, *=p<0.05

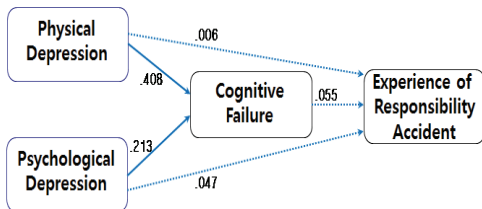


Fig. 3. Path Analysis of Research Model I

연구모형 1의 경로분석 결과 신체적 우울감(.408)과 심리적 우울감(.213)은 인지실패에 유의한 영향을 미치고 있으나 사고에는 아무런 관계가 없고, 인지실패의 경우도 사고에 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

5.2 연구모형 2의 검증

‘사고경험 → 우울감 → 인지실패’의 인과관계를 검증한 결과, $\chi^2=240.636(df=50, p=0.000)$, $\chi^2/df=4.813$,

RMSEA =0.096, GFI=0.922, IFI=0.906, NFI=0.885, CFI=0.906, SRMR=.1688의 값을 갖는 모형이 도출되었다. 모형 2의 경우 RMSEA(.096), NFI(.885), SRMR(.1688)의 세 가지 적합도에서 권장 수준에 다소 미흡한 지수가 산출된 반면, IFI(.906), CFI(.906) 및 GFI(.922) 등 세 가지 적합도 지수에서는 양호한 것으로 나타났다. 이를 토대로 모델적합성을 판단할 때 부분적인 한계에도 불구하고 연구모형 2의 적합도는 인정할만한 수준이라고 볼 수 있다. 연구모형 2의 구조모형 경로분석 결과는 <Table 4>와 같고 이를 도식화하면 [Fig. 4]와 같다.

연구모형 2의 경로분석 결과 사고경험이 신체적 우울감(.374)과 심리적 우울감(.362)에 유의한 영향을 미치고 있으나 인지실패에는 직접적 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 한편 신체적 우울감(.408)과 심리적 우울감(.257)은 인지실패에 유의한 영향을 미쳤다.

Table 4. Result of Path Analysis(Research Model II)

Path	Coefficient	S.E	t-value	P
Accident -> Physical Depression	.374	.131	2.861	.004**
Accident -> Psychological Depression	.362	.121	3.001	.003**
Accident -> Cognitive Failure	.084	.101	.831	.406
Physical Depression -> Cognitive Failure	.408	.052	7.822	.000***
Psychological Depression -> Cognitive Failure	.257	.053	4.878	.000***
Model Fit	$\chi^2=240.636(df=50, p=0.000)$, $\chi^2/df=4.813$, RMSEA=.096, NFI=.885, IFI=.906, CFI=.906, GFI=.922, SRMR=.1688			

***=p<0.001, **=p<0.01, *=p<0.05

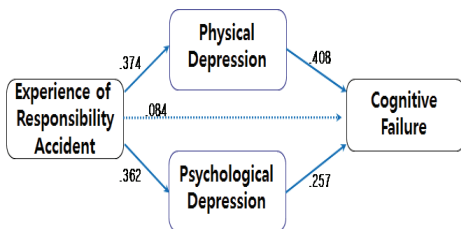


Fig. 4. Path Analysis of Research Model II

5.3 논의

‘우울감 → 인지실패 → 사고’ 간의 인과관계(연구모형 1)와 ‘사고 → 우울감 → 인지실패’ 간의 인과관계(연구모형 2)에 대한 실증적인 검증결과는 연구모형 2에서 가설적으로 제시한 인과관계가 좀 더 타당성이 있음을 보여주고 있다. 전자, 즉 신체적, 심리적 우울감이라는 증상이 가져오는 인지실패로 인해 사고가 유발된다는 인과관계의 추론보다는 사고의 충격과 트라우마가 가져오는 우울감으로 인해 인지실패의 가능성이 높아진다는 추론이 통계적 타당성이 있음을 보여주고 있다.

우울감과 인지실패의 두 변인의 관계에서는 두 모형 모두 유의한 관계가 도출되고 있음을 볼 때 대다수 선행 연구의 결과와 마찬가지로 우울감이라는 증상이 인지실패에 직접적인 영향을 미치는 요인임이 재확인되었다. 하지만 기관사가 유발하는 사고가 인지실패의 결과인지, 아니면 우울감의 원인인지에 대해서는 본 연구의 실증분석 결과 후자의 인과관계(즉 연구모형 2)가 좀 더 타당성이 있음을 보여주고 있으며, 사고가 인지실패에 직접 영향을 미치기보다는 우울감을 매개로 하여 인지실패에 영향을 미친다는 사실이 확인되었다.

6. 연구의 시사점 및 결론

일반화의 한계에도 불구하고 본 연구를 통해 드러난 결과는 다음과 같다.

첫째, 그 동안 많은 선행연구들에서 사고, 우울감, 인지실패의 변인 간의 인과관계 검증에 소홀한 면이 있었지만 본 연구를 통해 사고가 독립적인 외생변인이 된다는 사실을 발견하였다.

둘째, 우울감은 인지실패와 직접적인 관계가 있다는 사실 또한 검증되었다.

이 같은 연구결과는 실수와 사고에 유의한 영향을 미치는 우울감이 사고의 충격에 따른 증상이라는 점에서 향후 기관사들이 겪는 우울감을 그 자체로만 접근하고 대중적인 요법과 치유방법의 개발에만 집중할 것이 아니라 관점을 넓혀 사고와 우울감의 인과관계라는 측면에서 접근하고 제도적인 개선방안을 함께 모색할 필요성을 제기하는 것이라고 할 수 있다.

그 구체적인 대안으로는 첫째, 기관사의 평상시 정신건강 관리를 위한 전담기관의 운영, 둘째, 사상사고 발생 시 조직차원의 즉각적인 위기개입을 통해 전문가에 의한 진료와 심리상담 및 정신건강의 진단 의무화, 셋째, 근무 스케줄을 합리화하여 휴무일을 적정하게 배치함으로써 기관사 본인의 충분한 휴식과 가족공동체와의 가정생활이 원만히 이루어지도록 배려하며, 마지막으로 기관사 개인의 일과 삶의 영역에 가장 직접적인 영향을 미치는 위치에 있는 직속상사의 인본적 리더십 역량을 증대시킴으로써 상사를 통해 기관사의 정신적 건강과 애로 요인이 1차적으로 해소 또는 완화되도록 조치할 필요가 있다.

이와 같은 제도적 장치가 마련될 때 궁극적으로 기관사의 실수와 인지실패가 저감될 수 있으며, 나아가서 인지실패로 인한 사고와 인적 오류의 확률 또한 그만큼 저감될 수 있으리라 판단한다.

References

- ÅAhman, S., B. Ståalnacke (2008) Post-traumatic stress, depression, and anxiety in patients with injury-related chronic pain: a pilot study, *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 4(6): 1245-1249.
- Austin, Marie-Paule, Philip Mitchell, Guy M. Goodwin (2001) Cognitive deficits in depression-Possible implications for functional neuropathology, *The British Journal of Psychiatry*, 178(3), 200-206.
- Beck, A. T. (2008) The Evolution of the Cognitive Model of Depression and Its Neurobiological Correlates, *Am J Psychiatry*, 165(8), 969-977.
- Hammar, Åsa, Guro Årdall (2009) Cognitive Functioning in Major Depression - A Summary, *Frontiers in Human Neuroscience*, 3(26), 1-7.
- Hensley Legal Group (2011) 10 Symptoms of Depression Resulting from Car Accident in Indianapolis, Retrieved 25, Nov., 2016, <http://hensleylegal.com/10-symptoms-of-depression-resulting-from-car-accident-in-indianapolis/>
- Jonathan, S. A., J. Carriere, C. Allan, S. Daniel (2008) Everyday attention lapses and memory failures: The Affective Consequences of Mindlessness, *Consciousness and Cognition*, 17, 835-847.
- Korail (2012) Final Report on Human Error, Human Error Study Group, 202-217.
(코레일, 2012, 인적오류연구위원회 최종보고서, 202-217).
- Lee, Y. M (2014) A Study on the Cause Analysis and Countermeasures against Train Driver's Human Error: Focused on SMRT, Doctoral Thesis, Seoul National University of Science and Technology.
(이용만 (2013) 철도기관사의 인적오류 원인분석과 개선방안에 관한 연구 : 서울도시철도를 중심으로, 박사학위논문, 서울과학기술대학교).
- Lee, W. Y. (2006) The Interacting Effects of Cognitive Failure, Consciousness and Job Stress on Safety Behavior and Accidents, *Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 19(3), 475-497.
(이원영 (2006) 안전행동 및 사고에 대한 성실성, 인
- 지실패 및 직무스트레스의 상호작용, *한국심리학회지: 산업 및 조직*, 19(3), 475-497).
- Newsweek (2015) The Other Train Accident Victims: Rail Workers Who Face PTSD and Depression, Article as at 2, Oct.
- Park, Y. S. (2011) Development of Safety Psychology Coaching Program, Research Report, KOSHA.
(박영석 (2011) 안전심리코칭프로그램 개발, 연구보고서, 한국안전보건공단).
- Reason, J. (1988) Errors and violations: the lessons of Chernobyl. In: Hagen E, editor. *IEEE 4th Conference on Human Factor*, New York, NY, USA: Cambridge University Press, 537-540.
- Roy-Byrne, Peter, Herbert Weingartner, Linda M. Bierer, et al (1986) Effortful and Automatic Cognitive Processes in Depression, *Arch Gen Psychiatry*, 43(3): 265-267.
- Simpsons, S. A., etals (2005) Minor injuries, cognitive failures and accidents at work: incidence and associated features, *Occupational Medicine*, 55(2), 99-108.
- Sullivan, B., T. W. Payne (2007) Affective Disorders and Cognitive Failures: A Comparison of Seasonal and Nonseasonal Depression, *Am J Psychiatry*, 164, 1663-1667.
- Unsworth, N., G. A. Brewer, G. J. Spillers (2012) Variation in cognitive failures: An individual differences investigation of everyday attention and memory failures, *Journal of Memory and Language*, 67, 1-16.



노 춘 호 (korailch@hanmail.net)

2005 한남대학교 법학과 학사

2011 중앙대학교 경영전문대학원 석사

2014 서울과학기술대학교 철도전문대학원 박사과정 수료

관심분야 : 철도안전 및 정책



신 택 현 (shin6468@seoultech.ac.kr)

1977 성균관대학교 경영학과 학사

1983 서울대학교 경영학과 석사

1988 연세대학교 경영학과 박사

1985~ 현재 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수

관심분야 : 성과관리시스템, 조직문화, 휴먼에러