

2021년도 1학기 IC-PBL 경진대회 <생산운영관리 : 물류SCM>

한양유통센터의 효율성 제고 및 생존 전략

HYU_ERICA_ECONOMICS_KIM YOUNG BIN



한양대학교

INDEX

- I. 문제인식 : 주어진 상황
- II. 문제 정의 및 구조화
- III. 문제 분석 및 해결책 도출
- IV. 솔루션 검증

CHAPTER I

문제 인식 : 주어진 상황

한양유통센터의 문제는 무엇인지.

문제의 시나리오를 파악하고, 문제를 인식합니다.



CHAPTER 1

문제인식 : 주어진 상황

한양유통센터는 무엇을 하며, 어떤 상황에 빠져있다.

■ 한양유통센터는 물류서비스 사업을 영위



VENDORS



LOGISTICS
SERVICE



HOME

중간 유통업으로 물품 운임에 따른 운송료가 주 수익원이다.

④

** 소비자에게 운송료가 전이되지 않는다고 가정했을 때,
무료 반품으로 발생하는 물류비는 모두 물류사가 부담

■ 독점적 경쟁의 물류업 속 한양유통센터

①



COVID19 : GOODS ↑
(코로나19로 인한 물류량 증가)

: 치열해진 물류업의 경쟁강도

②



FREE RETURN

③



HOME



LOGISTICS
SERVICE



WAREHOUSE

무료 반품정책으로 역물류 재고 증가

당사는 경쟁우위를 위한 1차적인 전략으로 무료 반품정책을 시행하고 있다.



한양대학교

CHAPTER 1

문제인식 : 주어진 상황

한양유통센터는 무엇을 하며, 어떤 상황에 빠져있다.

■ 역물류의 내외부의 상황



SYSTEM



REGULATION



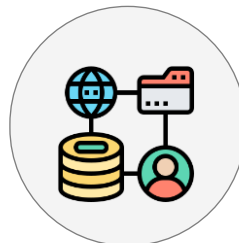
OUT-DATED

1. 배송지까지의 전산시스템은 구축되어 있으나, 역물류를 위한 전산시스템은 미비하다.
2. 지구의 환경보호를 위한 지속가능성의 역물류 체계가 반드시 필요하며, 최적화 해야한다.
3. 역물류를 처리할 수송력에 있어서, 오래된 트럭은 지속가능성에 장애물이 된다.

■ 요구사항수립 : 한양유통센터가 절실히 필요한 부분

1. 역물류를 위한 반품 물류 전산시스템
2. 고객의 반품정보를 분석하는 데이터 분석
3. 고객의 NEEDS에 부합하는 새로운 서비스

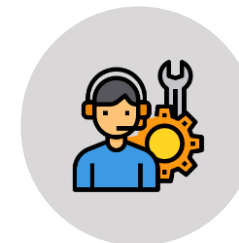
** 역물류로 인한 손해를 예방하고자 하는 사전적 조치와 역물류 발생의 사후적 조치를 고민하고 있음



NEW
SYSTEM



DATA
ANALYSIS



NEW
SERVICE



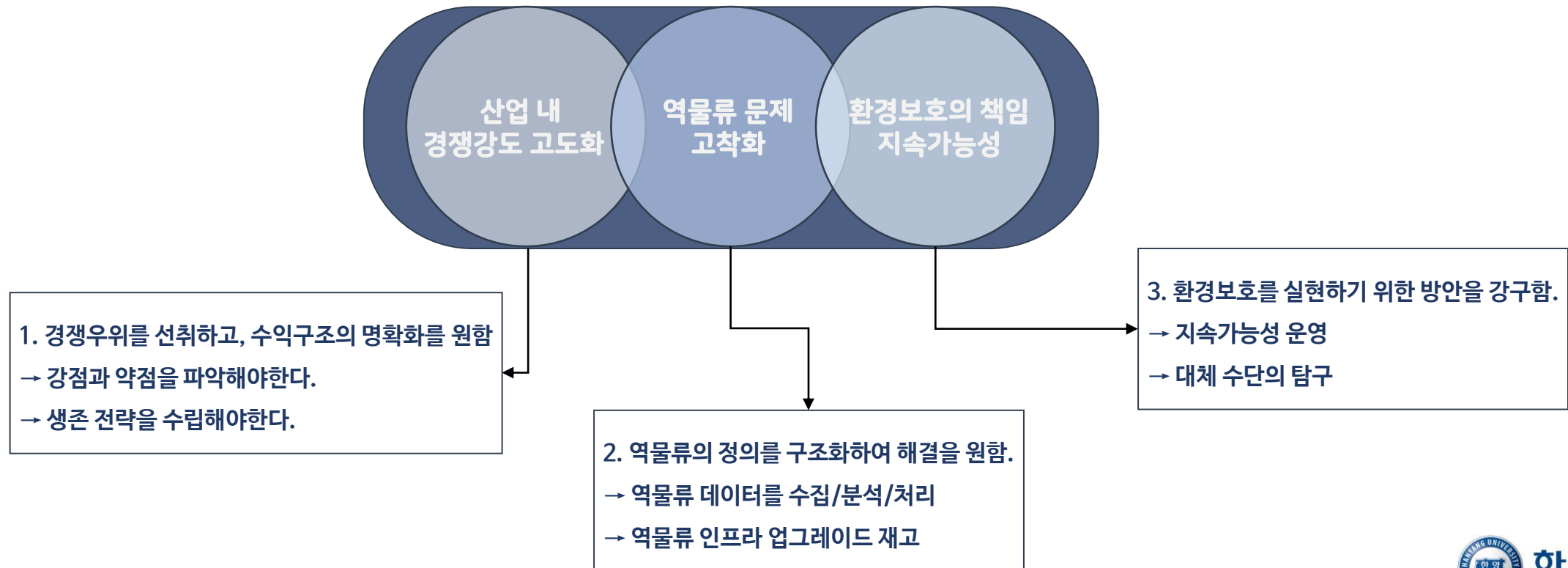
한양대학교

CHAPTER I

문제인식 : 주어진 상황

당사의 현재 상태

■ 문제인식 소결



한양대학교

CHAPTER II

문제 정의 및 문제의 구조화

핵심문제는 무엇인가.

문제를 구조화하고 문제의 근본 원인을 도출합니다.



한양대학교

CHAPTER II

문제 정의 및 구조화

핵심 문제는 무엇인가.

■ 핵심문제



“역물류 정체를 유연하게 대처할 수 있는 역량과 그에 따른 효율성을 가지고 있는지.”



한양대학교

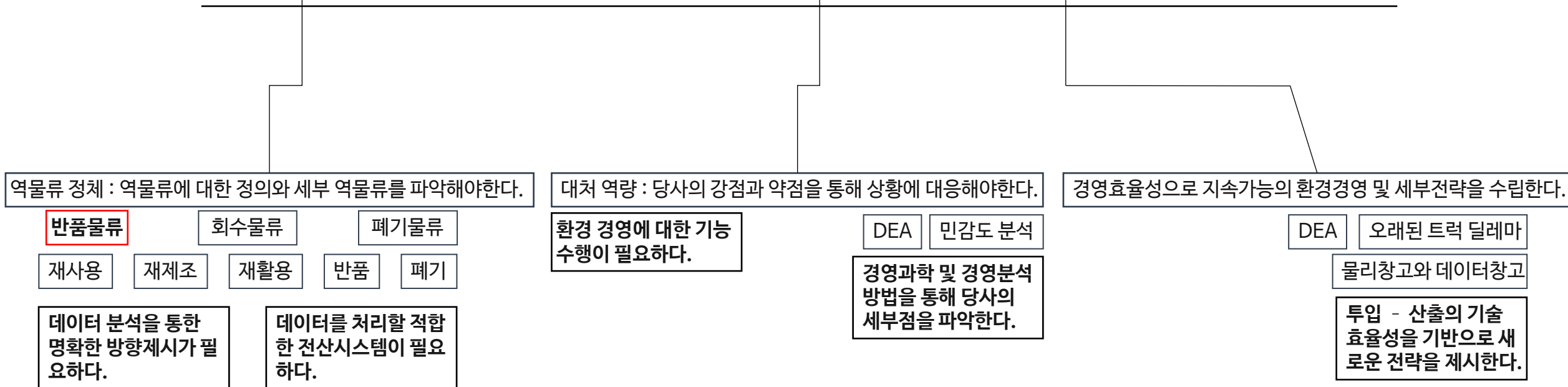
CHAPTER II

문제 정의 및 구조화

문제를 어떻게 다각화 할 것인가.

■ 문제 다지기

“**역물류** 정체를 유연하게 대처할 수 있는 **역량**과 그에 따른 **효율성**을 가지고 있는지.”



한양대학교

CHAPTER II

문제 정의 및 구조화

문제를 어떻게 다각화 할 것인가.

■ 문제

— 역량



해당 문제의 요구 역량 (국가물류통합정보센터 제공)

운송	운송료를 높일 수 없다면, 운송 체계에서 투입 비용 을 절감하거나, 시스템에서 효율 을 찾아야 한다.
표준화	집하/ 상,하차/ 배송/ 역배송에 있어서 데이터의 품질을 높이기 위해, 데이터표준화 를 실시해야 한다.
정보화	물류체계의 부서별 소통 단절로 인한 비용 절감을 위해, 프로세스가 적은 정보화 시스템을 채택해야한다.
보관	보관의 자동화, 이후, 보관된 물류를 다시 재배송 하기 위한 과정까지 장비의 개발 및 운용과 관련한 제반기술
하역	물자를 시설내로 이동시키기 위해, 인력과 설비 발생으로 인한 절감을 없애기 위한 자동화 방식을 채택해야한다.

** 역물류 해소와 연관이 있음

1. 신기술이 필요함은 절실
2. 현행 제도에 대한 구조 개혁
3. 현행에서의 재구조화
4. 현행과 신기술의 조화

** 한양유통센터는 물류 신기술을 실현시켜 부각할 수 있는 강점과 물류기술 중, 부족한 약점을 파악해야한다.

검색결과: 3 건

번호	신기술 명칭	개발자	인증일
3	(제3호) 보관/하역작업 자동 처리용 포킹 폭 조절 및 승하강이 가능한 셔틀 시스템	(주)랩투마켓	2021-04-23
2	(제2호) 스마트중앙센터 및 무인무정차 측중기를 활용한 실시간 물류정보 모니터링 시스템	(주)유디엔에스, (주)유디코	2020-12-29
1	(제1호) 경유 택배 트럭의 하이브리드 개조 기술	한국과학기술원	2020-12-29

3개의 신물류 기술이 전부

- * 보관/하역분야, 자동화 하역 셔틀 시스템으로 시간 단축
- * 물류정보화시스템으로 실시간 송수신으로 운영 단축
- * 운송투입요소비용을 줄이기 위한 하이브리드 운행



한양대학교

CHAPTER II

문제 정의 및 구조화

문제를 어떻게 다각화 할 것인가.

■ 문제

— 환경과 지속가능 경영-역물류대처

온실가스 배출전망(출처 : KOTEMS)

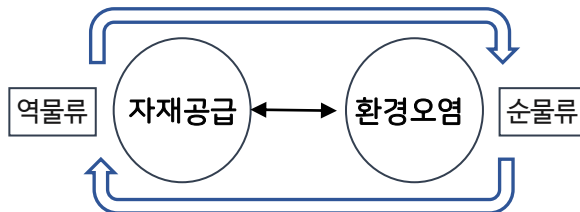
단위 : 백만ton, CO2eq					
부문	2005	2010	2015	2020	2021
교통물류	76.86	81.10	90.12	95.20	100

** 교통물류 부문에서 탄소배출량은 에너지 생산을 제외하고 최고수준이다.

** 단방향 물류(택배)시스템의 05~15년과 앞으로 역물류라는 이슈가 발생한 20년 이후의 탄소 배출량은 비교불가의 수치로 올라갈 것으로 예상된다.

순물류와 역물류와 온실가스는 필연적 관계

환경과 지속가능한 녹색경영의 요구사항

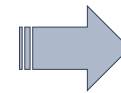


1. 탄소 저감 장치 개발
2. 탄소 저감 시스템 운영 인프라 구축
3. 대체 에너지원으로 전환(전기차, 수소차)
4. 녹색경영 전담 연구 지속 진행

— 미래 에너지원과 이산화탄소 가격을 예측함으로써, 환경기술에 대비할 수 있음.

: (한국환경산업기술원 제공) “갈탄 발전 비용 상승하며, 배출권 가격은 더욱 더 높아질 것, 탄소운영 에너지는 경제적으로 불리해 ...”

: “독일 상황을 보면서, 아울러 존재하는 발전소의 수명도 최대 30년으로 운전을 제한해야 ...”



녹색물류  녹색물류

<https://kotsa.or.kr/gl/index.do>

물류에너지 절감과 지속가능 운영에 대한 방향을 제시

「 실제로, 국내 물류사는 녹색물류 실천에 굉장히 적극 참여하고 있다.

12년부터 인증을 시작해서, 현재 녹색물류 실천기업은 총 21개 집계된다.

그들에게도, 환경이 무너지면 장기적으로 수익구조가 파괴될 것으로 인지하였다.

물류의 가장 큰 문제는 시장의 동태 속, 자연과의 협업이다. 」



한양대학교

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

해결책을 위해 분석과 전략수립을 수행합니다.



한양대학교

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결 도구 활용

■ 도구 확인

— 활용가능자원과 조건

효율성 산출물의 가중합계 / 투입물의 가중합계

- 효율적 산출물의 가치 / 투입물의 비용 = 1
- 비효율적 산출물의 가치 / 투입물의 비용 < 1

구분명	DMU	Input Data (x)			Output Data (y)		
		x1	x2	x3	y1	y2	y3
한양유통센터	DMU1	120	0.3	400	30	30	3
대한유통센터	DMU2	300	1	700	70	50	7
서울유통센터	DMU3	250	0.6	500	40	40	5
고려유통센터	DMU4	100	1.2	250	23	80	2

→ 당사 외, 타사의 정보성 정보는 주어지지 않았다.

당사 : 타사 비교를 통해 이분법적으로 당사의 강점과 약점을 상대적으로만 파악할 것이다.

— 데이터 치환값 설정

x1	3년 내 새로 구입한 트럭 대수 (단위 : 대수)
x2	시스템의 물류/역물류 데이터 처리량 (단위 : GB/분)
x3	역물류 창고의 크기 (단위: 평)

y1	트럭의 탄소 배출 감소량 (단위 : %)
y2	소비자의 현재 서비스 만족도 (단위 : 점)
y3	하루에 허용 가능한 반품 물량 (단위 : 만개)

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결 도구 활용

■ 도구 확인

— 데이터의 기술통계량

DMU	Input Data (x)			Output Data (y)		
	x1	x2	x3	y1	y2	y3
DMU1	120	0.3	400	30	30	3
DMU2	300	1	700	70	50	7
DMU3	250	0.6	500	40	40	5
DMU4	100	1.2	250	23	80	2

데이터	N	Min	Max	Mean	Std.dev	Cv(%)
새 트럭 대수	4	100	300	192.5	97.77	51%
데이터 처리량	4	0.3	1.2	0.775	0.40	52%
창고 크기	4	250	700	462.25	188.75	41%
탄소 배출량	4	23	70	40.75	20.71	51%
서비스 만족도	4	30	80	50	21.60	43%
하루 반품개수	4	2	7	4.25	2.28	54%

투입 산출 데이터의 비교군간 차이

비교군/평균	avg(x1)	avg(x2)	avg(x3)	avg(y1)	avg(y2)	avg(y3)
DMU1	120	0.3	400	30	30	3
DMU 2:4	216.67	0.93	483.33	44.33	56.67	4.67
차이	96.67(55%)	0.63(32%)	83.33(82%)	14.33(67%)	26.67(52%)	1.67(64%)
차이에 대한 평균					58%	

* 독점적 경쟁시장에서 개별 기업의 퍼포먼스(투입물 기준) 뚜렷한 차이가 없을 것으로 가정함.

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결 도구 활용

■ 도구 확인

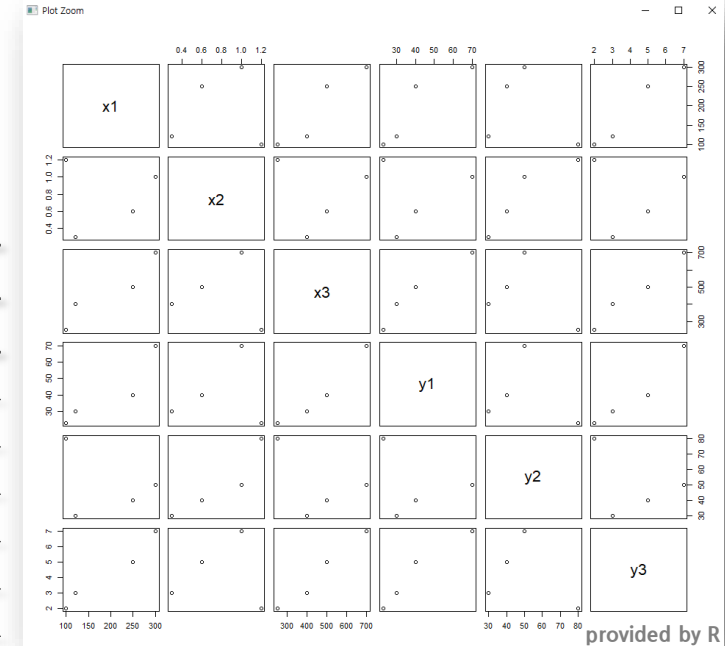
— 데이터의 상관성 분석

데이터 변수 간 상관성

데이터	새 트럭 대수	데이터 처리량	창고 크기	탄소 배출량	서비스 만족도	하루 반품개수
새 트럭 대수	1					
데이터 처리량	0.7823	1				
창고 크기	0.9370	- 0.0602	1			
탄소 배출량	0.9091	0.1706	0.9689	1		
서비스 만족도	- 0.2998**	0.9186	- 0.4496**	- 0.2309	1	
하루 반품개수	0.9802	0.0466	0.9856	0.9672	- 0.3479	1

* 물류업의 데이터 변수간 상관성을 확인해보니, 새 트럭 대수와 탄소 및 하루 반품개수에 강한 양(+)의 관계를 보였으며, 데이터 처리량과 서비스 만족도와 강한 양(+)의 관계, 창고크기와 하루 반품개수도 강한 양(+)의 관계를 보인다. 산출:산출 데이터 중, 탄소배출량과 하루 반품개수 또한 강한 양(+)의 관계를 보인다.

** 빨간 음영은 음(-)의 상관관계가 나왔지만, 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 유의하지 않음을 보였다.



```

1 % 활용데이터를 xlsx파일로 만들어 R로 송출한다
2 df=read_excel("df.xlsx")
3 view(df)
4
5 % 데이터를 "df"로 정의하였다.
6 % 위 데이터 "df"는 안내용지에 나온 데이터와 동일하다
7
8 % 상관계수를 분석한다.
9 cor(df)
10
11 % 상관계수를 시각화한다.
12 plot(df)
13
14 % 도출된 상관계수를 검증한다.
15 cor.test(x1,y1)
16 cor.test(x1,y2)
17 cor.test(x1,y3)
18 cor.test(x2,y2)
19 cor.test(x2,y3)
20 cor.test(x3,y3)

```

provided by R



한양대학교

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

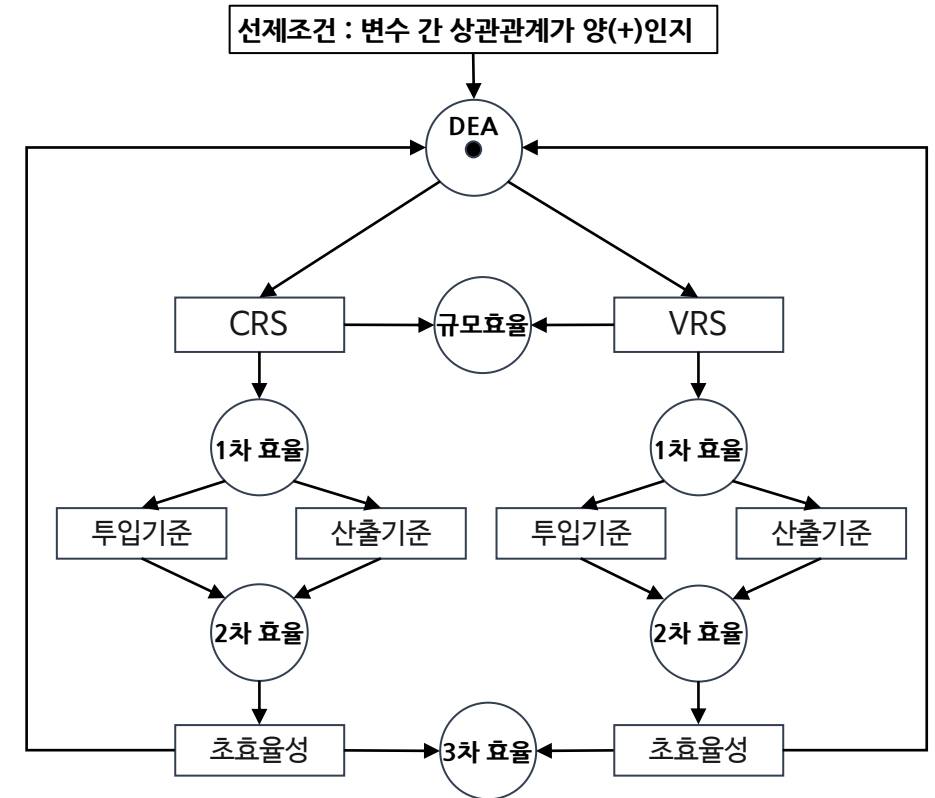
문제 원인찾기 | 당사 강점과 약점 파악

■ 경영효율성 분석

— 자료포락분석법 : 비모수적 방법, 정성적 방법

DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

1. 어떠한 투입 및 산출요소를 개선시켜야 하는지 제시
2. 상대효율성(기술적 비효율)을 제시
3. 규모수익에 따라 CCR / BCC 모형으로 구분 >> 규모의 경제성판단
4. 투입지향과 산출지향으로 나눠 개선 방향을 설정
5. $\text{규모효율성} = \text{CCR 효율성} / \text{BCC 효율성}$
6. FRONTIER를 기준으로 최고치와 거리를 보고 효율을 판단 (거리함수 논외)
7. 산업의 형태를 파악하여, 방사/비방사적 초효율의 CCR/BCC를 추가적으로 고려



**** 변수들의 가중합의 비율이 곧 효율성을 의미하고, 변수들이 포락선 안에서 기술의 효율을 보여준다.**

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 원인찾기 | 당사 강점과 약점 파악

자료포락분석법

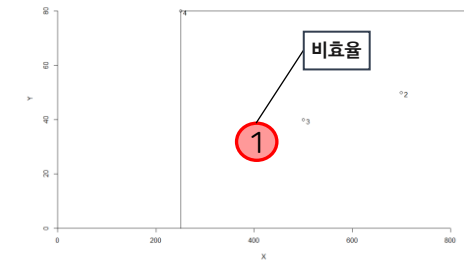
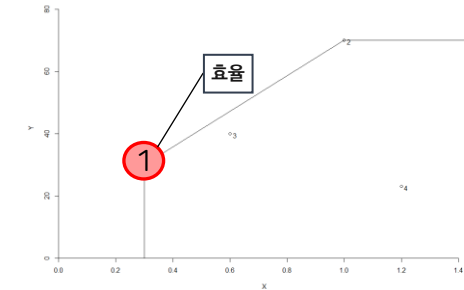
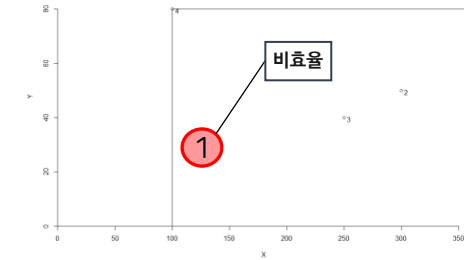
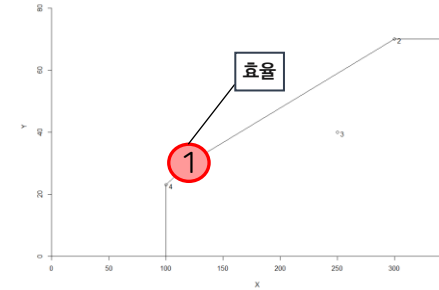
— 변수 관계 정의, 효율성 도출

1. 규모수익 가정 : 물류업은 투입에 비해 산출의 수익의 변동성이 있다. (삼정KPMG회계법인 인용)

DMU	x1y1	x1y2	x1y3	x2y1	x2y2	x2y3	x3y1	x3y2	x3y3
1	100%	83%	100%	100%	100%	100%	79%	63%	83%
2	100%	33%	100%	100%	66%	100%	100%	36%	100%
3	66%	40%	84%	79%	80%	100%	83%	50%	100%
4	100%	100%	100%	25%	100%	25%	100%	100%	100%

1. x1 투입데이터와 산출물의 효율성을 비교하였을 때, 상대적으로 한양유통센터의 사업규모에 **약한 효율**을 보이고 있음을 시사한다.
2. x2 투입데이터와 산출물의 효율성을 비교하였을 때, 상대적으로 한양유통센터의 사업규모에 **강한 효율**을 보이고 있음을 시사한다.
3. x3 투입데이터와 산출물의 효율성을 비교하였을 때, 상대적으로 한양유통센터의 사업규모에 **비효율**을 보이고 있음을 시사한다.

사업규모의 효율성을 통해, 당사와 타사를 상대적으로 비교하였을 때,
 ** 강점은 : 규모에 맞는 트럭 수와 데이터 처리량으로 이야기할 수 있고,
 ** 약점은 : 물류 창고의 크기라고 할 수 있다.



CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 원인찾기 | 당사 강점과 약점 파악

■ 의사결정

— 트럭을 더 추가할 것인지 요소 증감을 통한 민감도 분석

매출비용요소						
REVENUE ELEMENTS COST ELEMETS		추가할 트럭 대수		운임판가	운임원가	
		주유비		인건비		
		트럭 수				
		(단위 : 대)				
		120	100	200	250	300
운임판가	87,000	-540,456	-947,496	1,087,704	2,105,304	3,122,904
	85,000	-780,456	-1,147,496	687,704	1,605,304	2,522,904
	83,000	-1,020,456	-1,347,496	287,704	1,105,304	1,922,904
	81,000	-1,260,456	-1,547,496	-112,296	605,304	1,322,904
	79,000	-1,500,456	-1,747,496	-512,296	105,304	722,904
(단위 : 원)	77,000	-1,740,456	-1,947,496	-912,296	-394,696	122,904

매출비용요소 산출 근거

1. 추가할 트럭 대수의 범위는 비교군 $MIN \leq \text{트럭 수} \leq MAX$
2. 운임판가는 2018 물류정책 주요통계 수도권-수도권구간의 평균
3. 운임원가는 운임판가의 **80%로 설정** : (∵ 마진이 적음을 가정)
4. 주유비는 디젤기준, 129km(KOSIS 제공) 주행, 연비 7.6km(kbs제공)
5. 인건비는 최저시급 8,720원 x 8시간

- ** 새로 도입한 트럭의 탄소 배출량은 적어도, 운임을 더 올리지 않는 이상 음의 이윤
- ** 트럭을 더 추가하더라도 창고의 크기가 걸림돌 : DEA 추정시 56%의 비효율이 발생
- ** 현재 추가 도입된 트럭의 수를 감소시킨다면, 효율이 증가한다.
- ** **의사결정 : 트럭을 추가하지 않는다. 현 사업 규모와 적합하다.**

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 원인찾기 | 당사 강점과 약점 파악

■ 의사결정

— 창고의 크기를 확장할 것인지 요소 증감을 통한 민감도 분석

매출비용요소

REVENUE ELEMENTS	창고크기	면적당 매출	면적당수입원가
COST ELEMENTS	임대료	관리 및 유지운영비	

매출비용요소 산출 근거

1. 면적의 크기 : 평균 면적 444평 (국가물류통합정보센터 제공) <기준 규모 1,000㎡~2,000㎡>
2. 면적의 범위 : MIN < 면적의 크기 < MAX (현 시나리오에서의 최소, 대치)
3. 면적당 매출 : 19년 상위 30개 기업 매출 평균 / 평균 면적 (한국물류신문 제공)
4. 면적당 수입원가 : 상위 30개 기업 매출 평균 - 영업이익의 평균 / 평균 면적
5. 임대료 : 수도권 물류센터 평균 임대료 1평당 28,900원 (체스터톤스 코리아 제공)
6. 관리비 : 수도권 물류센터 평균 관리비 1평당 2000원 내외 (체스터톤스 코리아 제공)

		창고의 크기					(단위 : 평)
		400	250	550	700	850	
매출/1평	3,800,000	347,640,000	212,640,000	482,640,000	617,640,000	752,640,000	
	3,500,000	227,640,000	137,640,000	317,640,000	407,640,000	497,640,000	
	3,200,000	107,640,000	62,640,000	152,640,000	197,640,000	242,640,000	
	3,000,000	27,640,000	12,640,000	42,640,000	57,640,000	72,640,000	
	2,800,000	-52,360,000	-37,360,000	-67,360,000	-82,360,000	-97,360,000	
(단위 : 원)	2,600,000	-132,360,000	-87,360,000	-177,360,000	-222,360,000	-267,360,000	

** 현재 추정된 1평당 매출에서 더 낮은 수입으로 떨어진다면, 음의 이윤을 보일 것.

** 창고의 면적을 추가하거나, 새로운 창고를 증설하는 것은 긍정적 영향을 끼칠 것.

** 현재 창고의 면적을 증대한다면, 효율을 불러올 수 있다. DEA 최대 100% 효율

** 의사 결정 : 창고의 크기를 증대하거나, 창고에 대한 적재 방식을 전환한다.

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결을 위한 소결

■ 소결

— 당사의 SWOT

1. 사업 규모에 적합한 운영을 유지 2. 무료반품정책을 통해 소비자유입을 유도 3. 서비스 차원의 긍정적인 요소 존재	1. 절대적으로 인프라가 열악해 보인다. 2. 소비자 유입에 비해, 소비자가 불만족 3. 가시적인 적자 수익 구조
S	W
O	T
1. 인프라 확충의 기회 2. 전기차 보조금을 통한 트럭의 변화 3. 서비스 도입으로 시장 점유 유리	1. 인프라의 노후화 2. 물류 대처 능력의 부족 3. 환경에 대응하는 물류업

		외부환경	
		기회	위협
내부환경	강점	SO * 서비스 제도를 수리적 모델로 만들어 정확한 값을 토대로 서비스를 진행해야 한다.	ST * 인프라 조정을 통해 사업 규모에 적절한 시스템을 구축해야 한다.
	약점	WO * 물류 데이터 확보로 서비스의 질을 올려야 한다.	WT * 역물류를 감당할 수 없는 인프라와, 과다비용으로 적자운영은 피해야 한다.



한양대학교

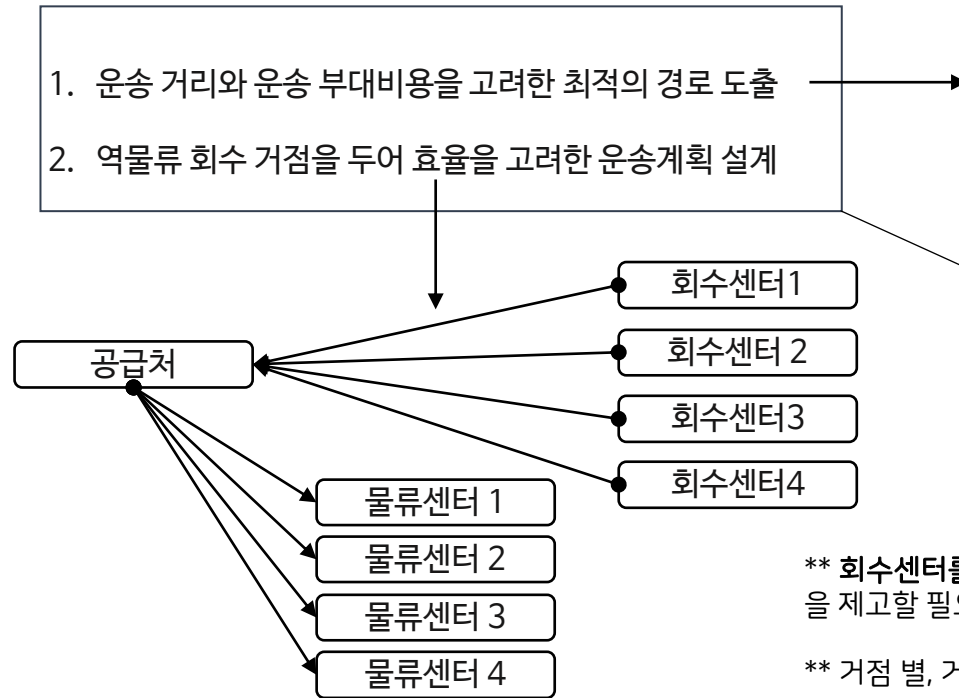
CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결을 위한 솔루션 수립

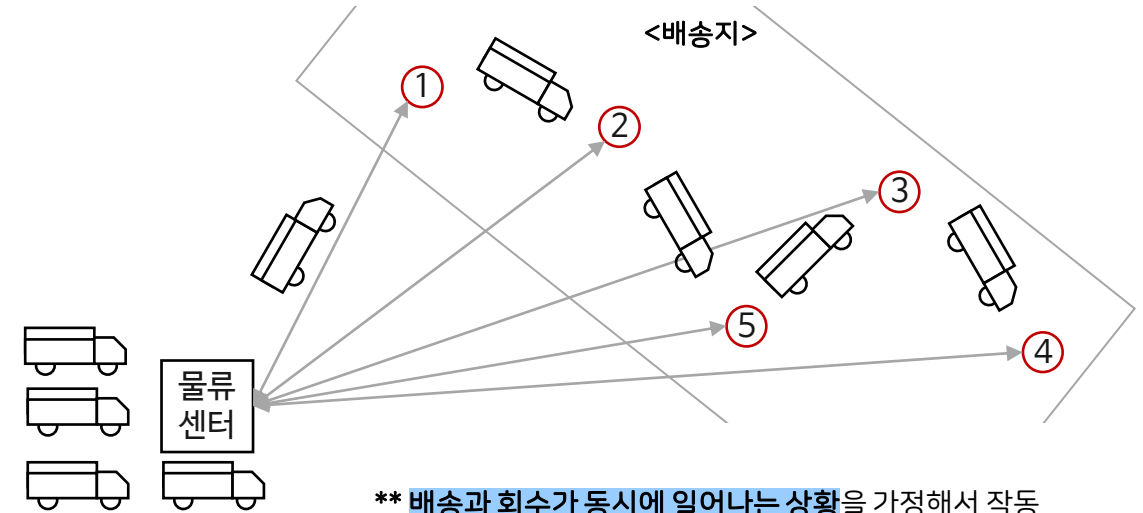
■ 해결책

— 역물류 해결 : 운송



** 배송과 회수를 분리하여 기능하는 상황을 가정해서 작동

배송지는 일반 소비자일 수 있지만, 특정 물류단지 혹은 차고지, 집하지 등을 가정할 수 있음



** 배송과 회수가 동시에 일어나는 상황을 가정해서 작동

** 한대의 차량 / 다수 대의 차량이 있다는 가정을 막론

: 어떠한 경로 간에, **수요량에 맞는 우선 순위와 최단 거리**를 계산해준다.
(모든 비용은 고정되게 가정 : 최단 거리에 맞는 사후적 비용은 추후 고려)

** 회수센터를 이용함으로써, 물류비용의 감소와 운영 효율성을 제고할 필요 존재.

** 거점 별, 거리계산과 투입 요소의 변동을 별개로 생각할 수 있음.

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결을 위한 솔루션 수립

■ 해결책

— 역물류 해결 : 표준화 및 정보화

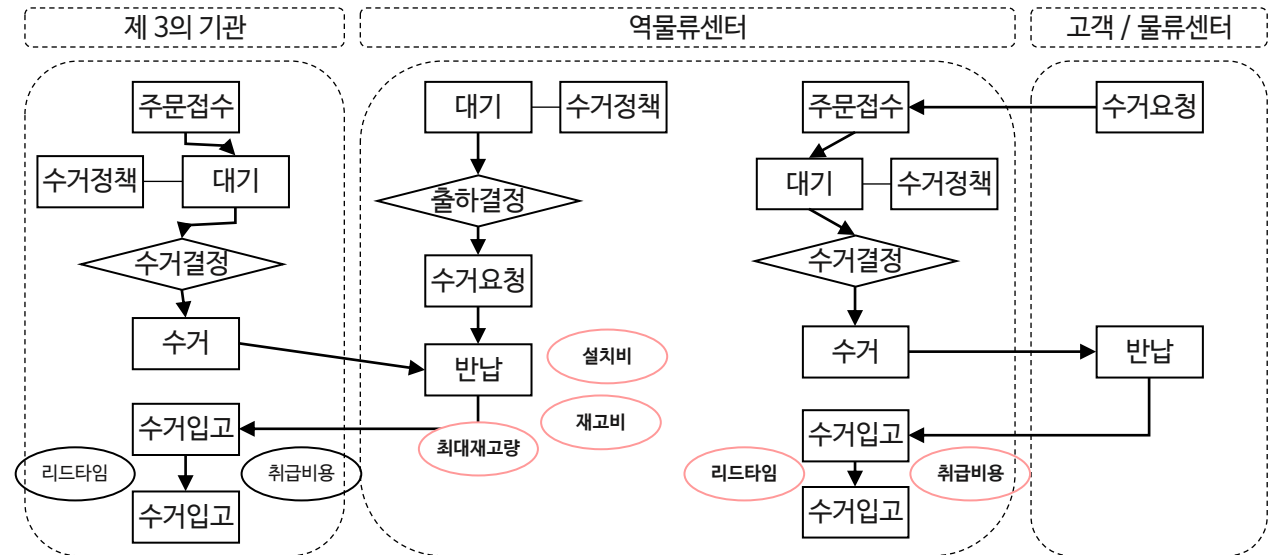
1. 역물류 공급망의 프로세스 재정립
2. 역물류 공급망 역추적 프로그램 개발

** 반품역물류로부터 제 3의 기관(재생산, 폐기, 재활용 등)으로 이동하기 위한 프로세스

** 제비용이 수반된 프로세스는 무료반품을 실시한다면, 기업에게 부담이 전부 전이될 가능성이 높음

** 추적이 용이하면서, 추적되어 캐치된 데이터는 필터링을 거쳐 역물류 유형별 가능성을 계산해 빠르게 제 3의 기관으로 전달

source 손재경, 추봉성 2013 "역물류를 고려한 공급사슬관리 시뮬레이터 개발"



- 1) 제 3의 기관은 수동적인 물류 운영을 할 것으로 예상. (∵ 역물류센터에서의 물류분류가 정규화되지 않음)
- 2) 사실상, 역물류센터는 독립적인 공간이 아닐 확률이 매우 큼 (∵ 물류센터의 인프라 확충이 없다면, 체계를 간소화)
- 3) 고객에게 물류의 기본 데이터를 최대한 많이 받아내는 것이 중요. (∵ 데이터 품질을 극대화)



한양대학교

CHAPTER III

문제 분석 및 해결책 도출

문제 해결을 위한 솔루션 수립

■ 해결책

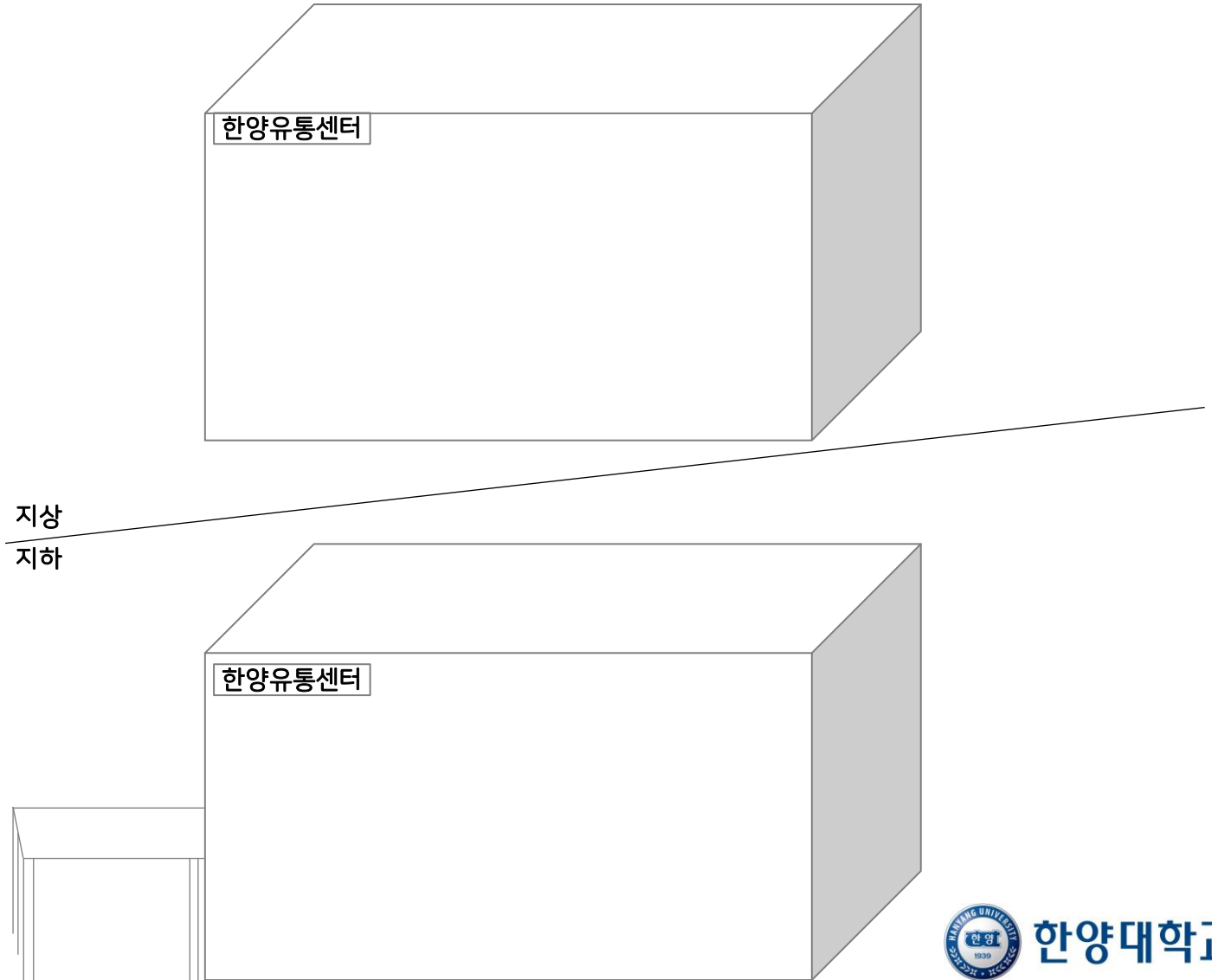
— 역물류 해결 : 보관

1. 저장공간의 개념적 확장

** 창고를 추가로 만들지만, 그 개념 자체가 **지하물류**라는 점

** 20년부터 정부 부처에서 **지하공간에 대한 물류 및 인프라** 활용, 확충 사업 R&D 공고를 지속적으로 공고

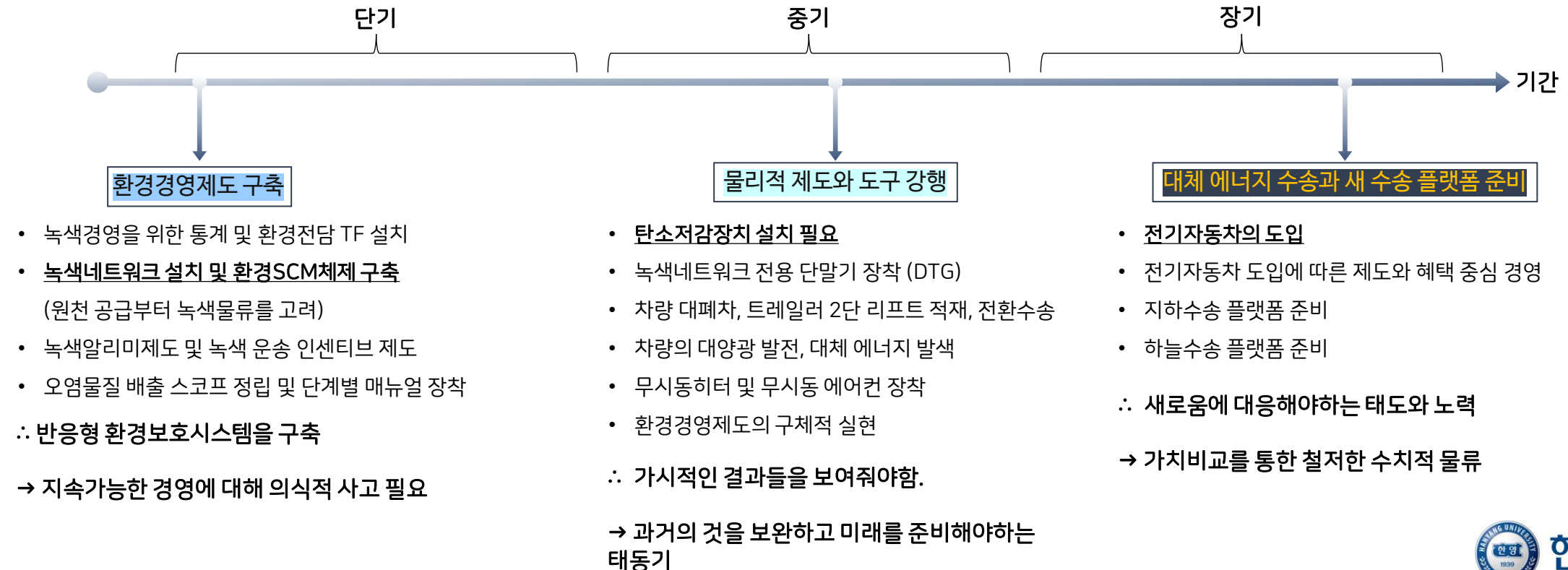
** 선례로, 일본 도요타 자동차는 후지산 산기슭에 미래형 시험도시 우븐시티를 착공 중에 있음.



한양대학교

■ 해결책

— 환경 해결 : 시대발전과 자사의 역량이 어울려 지속적으로 관찰해야하는 해결책이 될 것



CHAPTER IV

솔루션 검증

제안된 해결책의 실효가 있는지를 파악합니다.



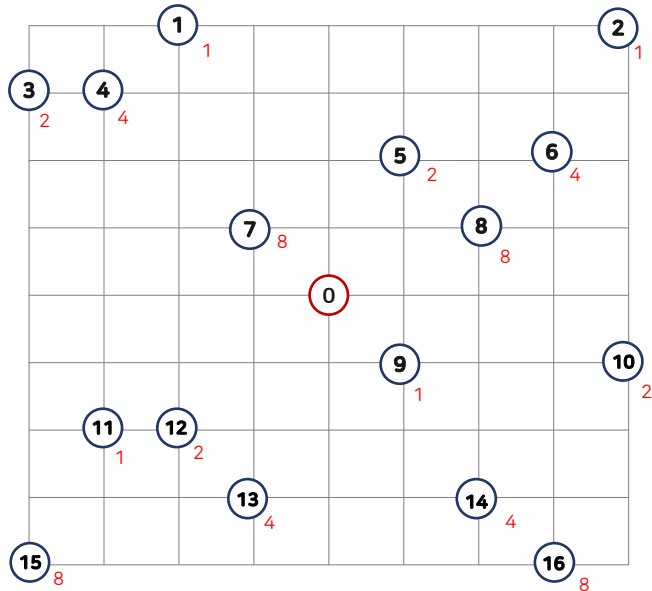
CHAPTER IV

솔루션 검증

앞서 제안된 해결책이 정통한지 확인합니다.

■ 문제 해결 : 운송 // 경로 최적화

— VRP 패키징을 이용해 어떠한 차고지<>도착지의 최단 경로를 도출



- 1) ① ~ ⑮은 배송지를 의미 / ①은 차고지를 의미
- 2) 배송지 및 하첨된 숫자는 역물류할 수요량을 의미함.
- 3) 하첨의 숫자는 비용의 개념으로 환산해도 좋음.

```
data['demands'] = [0, 1, 1, 2, 4, 2, 4, 8, 8, 1, 2, 1, 2, 4, 4, 8, 8]
data['vehicle_capacities'] = [15, 15, 15, 15]
```

```
def demand_callback(from_index):
    """Returns the demand of the node."""
    from_node = manager.IndexToNode(from_index)
    return data['demands'][from_node]

demand_callback_index =
routing.RegisterUnaryTransitCallback(demand_callback)
routing.AddDimensionWithVehicleCapacity(
    demand_callback_index, 0,
    data['vehicle_capacities'],
    True,
    'Capacity')
```

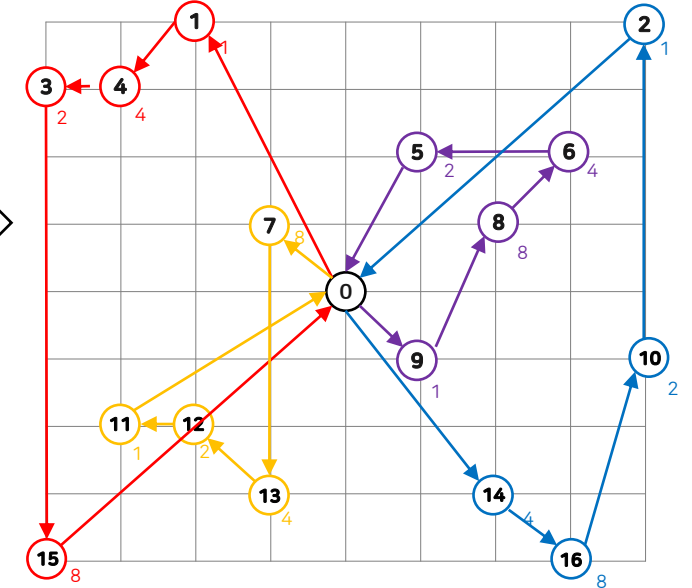
- 1) 거리(수요) 콜백 함수를 통해 노드 사이 간 결과를 출력
- 2) 디멘전 함수를 통해 누적거리와 수요를 합산
- 3) 슬랙 변수는 이동 간 여유시간(오차)를 감안

- 택배차량 1의 경로 :
0 적재 (0) → 1 적재 (1) → 4 적재 (5) → 15 적재 (15) → 0 적재 (15)
** 경로의 길이 : 2192m
** 경로의 적재량 : 15

- 택배차량 2의 경로 :
0 적재 (0) → 14 적재 (4) → 16 적재 (12) → 10 적재 (15) → 0 적재 (15)
** 경로의 길이 : 2192m
** 경로의 적재량 : 15

- 택배차량 3의 경로 :
0 적재 (0) → 7 적재 (8) → 13 적재 (12) → 12 적재 (14) → 11 적재 (15) → 0 적재 (15)
** 경로의 길이 : 1324m
** 경로의 적재량 : 15

- 택배차량 4의 경로 :
0 적재 (0) → 9 적재 (1) → 8 적재 (9) → 6 적재 (13) → 5 적재 (15) → 0 적재 (15)
** 경로의 길이 : 1164m



솔루션 검증

■ 문제 해결 : 표준화 정보화 // 역물류 프로세스

3) 제 3의 기관의

2) 공급사 및 물류

3) 제 3의 기관의

고객

수거요청

반품사유

반납

데이터

공급처

사유제공

주문접수

반품데이터 가공

반품물류 확인

* 현재 알리바바, 아마존, 신세계
데이터 전략기반 물류 정책에 노

- 1) 고객의 높은 질의 데이터 제공
- 2) 공급처 및 물류센터의 데이터 공유
- 3) 제 3의 기관의 즉각적인 결정을 유도하는 정책 통일

- ㉠ 공급처는 고객에게 반품을 염두한 배송정책을 수립
- ㉡ 공급처의 데이터는 품질관리 및 텍스트 마이닝에 의해 90%의 필터링을 거쳐 역물류 분류 확보
- ㉢ 프로세스 공유 가능한 프로그램으로 데이터 계보를 관리

* 현재 알리바바, 아마존, 신세계 등 데이터 품질관리와 데이터 전략기반 물류 정책에 노력하고 있음.

CHAPTER IV

솔루션 검증

앞서 제안된 해결책이 정통한지 확인합니다.

■ 문제 해결 : 환경과 지속가능 경영

— 탄소저감을 위한 제도 및 기술 지원 대폭 확대 : 오래된 트럭과 노후화될 트럭에 대한 대비

① 현실적인 해결책 : 탄소저감장치 확대

탄소저감장치 선택

1. 무시동 히터 : 차량용 150,000원 대 형성 * 200대 = 30,000,000원
2. 전자식 팬클러치 : 차량용 \$50달러 대 형성 * 200대 = \$10,000
3. 공기저항저감장치 : 화물차용 생체모방형 공기저항 저감장치 발명 (포항공대)
4. 에어스포일러

1대 1일 8시간 기준 | 기준대수 기업당 200대

	구분	연료절감	온실가스	비용편익
1	무시동히터	924L	2,494,800g	1,386,000원
2	전자식 팬클러치	326L	881,200g	489,000원
3	공기저항저감장치	442L	11,926,00g	663,000원
4	에어스포일러	406L	1,094,400g	609,000원

사용 수식 : 온실가스 저감 편익 함수

= (저감장치 개발 전 수송대수 x 주행거리 x 온실가스 배출계수 -

개발 후 수송대수 x 주행거리 x 온실가스 배출계수) x 온실가스 저감비용

→ ** 단기 해결책으로 신에너지원 물류수송이 가능하기 전까지 수행해야 합니다.

**** 단기적이며, 실현가능한 부분에서 정부는 저탄소 장치에 대한 가격조절과 교통물류업에 대한 보급 확대를 고려해야함.**

CHAPTER IV

솔루션 검증

앞서 제안된 해결책이 정통한지 확인합니다.

■ 문제 해결 : 환경과 지속가능 경영

— 탄소억제와 신규 에너지원에 대한 대비, 이성적인 판단

② 현실적인 해결책 : 전기자동차로의 전환

내연자동차와 전기자동차의 대기오염물질 배출량 비교

가정 1) 총 주행거리는 전력요금 및 휘발유, 경유 가격에 영향을 받는다.

: 실증적으로, 전력요금과 주행거리는 리바운드효과를 따르지 않을 것임.

가정 2) 에너지 사용량 및 배출량 산정의 연비는 공인 연비를 기준.

: 내연자동차의 대기오염물질 배출계수는 국립환경과학원 제공

** 내연자동차 :

- 1) 주행 중 오염물질을 배출하기에, 산정식에 맞는 데이터를 입력
- 2) 공인자료 '자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정' 이용 (에너지공단 제공)
- 3) 타이어 및 브레이크 패드 마모로 발생된 오염물질은 간단히 가정

** 전기자동차 :

- 1) 주행 중 오염물질을 배출하지 않기에, 전력발전에서 비롯된 오염물질로 산정
- 2) 전기차 충전에 따른 오염물질 배출량은 1kWh 발전에 따른 평균량을 이용
>> 1kWh 발전에 따른 오염물질이 배출이 일정하다고 가정하고, 발전부문에서 배출되는 총배출량을 총발전량으로 나눠 하나의 값 도출

**** 전기를 발전하는 과정에 대한 오염물질을 산출하였기에, 순수히 충전 ~ 이동을 고려한 배출로써 산정되었음.**

**** 전기자동차에 보급과 이용 편의를 높이기 위해, 정부는 적극적인 세제 혜택과 보조금 지원을 속행해야 한다.**

차종	연료	이산화탄소 (g CO _{2eq} / km)	총 환경피해비용 (원 / km)	비고
소형	경유	123.0	12.70	
	휘발유	152.0	9.35	
한국	소형	전기	87.6	6.91
	준중형1	전기	99.5	7.68
	준중형2	전기	69.5	5.74



한양대학교

I 감사합니다

※ 질의 및 응답, 회신을 위한 정보는 아래를 참고해주세요.

- 소속 한양대학교 에리카캠퍼스 경상대학
- 학과 경제학부
- 이름 김영빈
- HP 010-5172-7058
- EMAIL hycout52@hanyang.ac.kr