[외부 무단배포 금지]

경유차 배출관리제도 현황과 개선방향

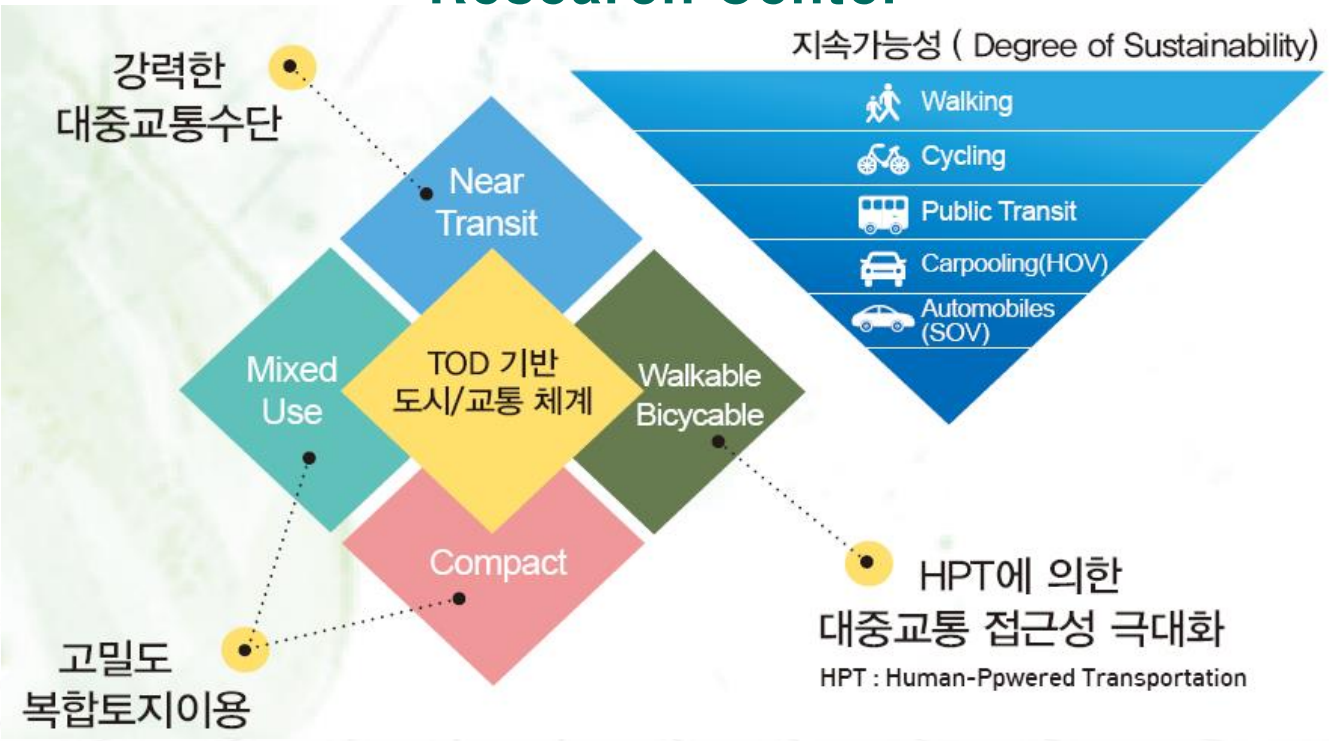
- 대기오염 및 건강피해 저감을 위한 정책 토론회 -

2015.11.03(화) 14:00
국회의원관 제9간담회실

아주대학교
지속가능 도시교통 연구센터(NRF, ERC)
이규진 연구교수

TOD-based Engineering Research Center

TOD-based Sustainable City/Transportation Research Center



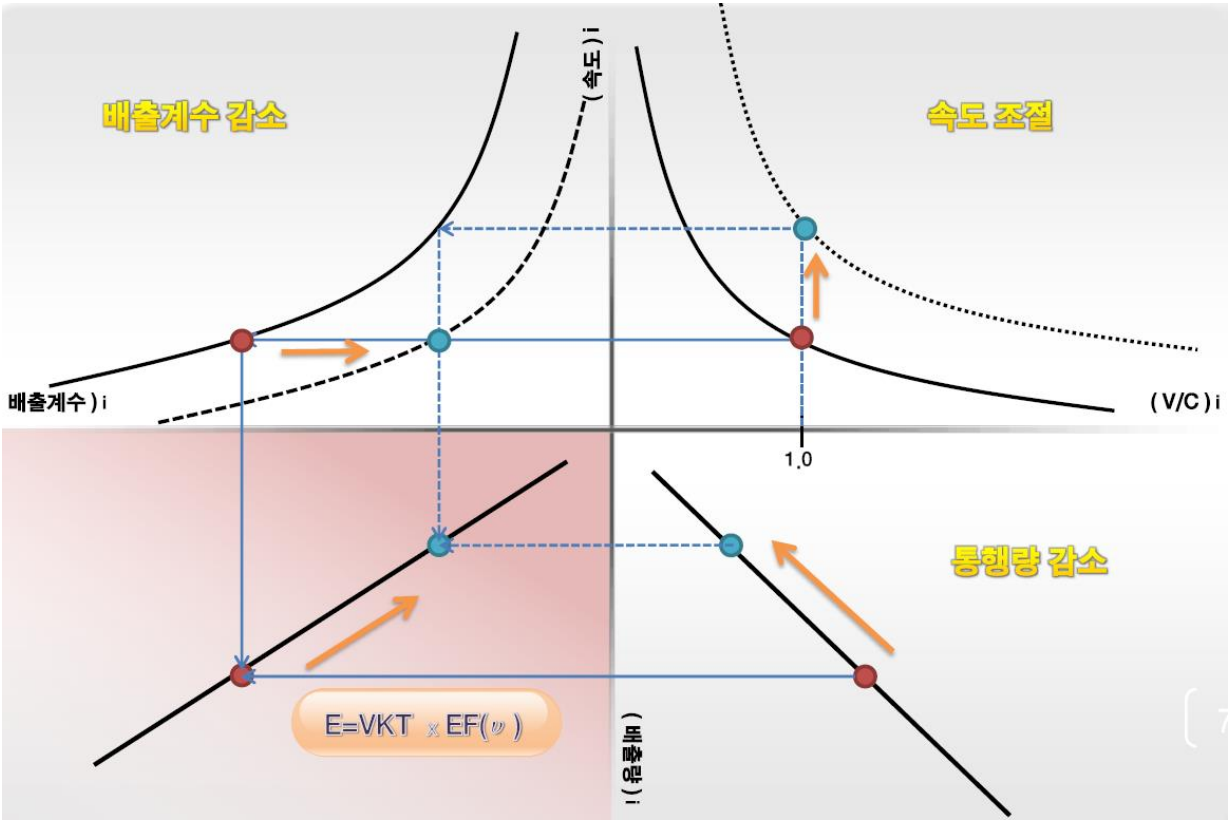
– 교통환경 분야의 주요연구 –

- LEZ 추진 연구 (2008)
- LEZ 영세차주 대책마련 연구 (2009)
- WLTP의 국내 주행모드 개발 (2010)
- TDM 기반 대기개선 연구 (2010~2017)
- 실주행자료 기반 주행모드 개발 (2011)
- 무탄소 교통수단 활성화 종합계획 (2011)
- 환경 대기편익 지침 개선 연구 (2013, 2015)
- 이동오염원의 대기환경 연구 (2013)
- CAPSS 개선 연구 (2014)
- PM기반 화물차 진입제어 (2014)
- 경유차의 대기환경영향 연구 (2014)
- 교통 우심지역 대기오염 개선 연구 (2015)
- 지자체 맞춤형 교통배출 관리 연구 (2015)

〈자동차 배출감축의 이해〉

자동차 배출저감 정책: Improvement, Avoid, Shift

- **억제와 전환 정책: Tax/TDM 등으로 통행행태 변화를 유도, 정책 교정 비교적 용이**
- **개선 정책: 고비용, 중장기적인 시행효과**



〈주요 논점〉

한국의 교통환경 및 인체위해성에 기반한 교통환경 정책 진단 및 재설계의 기회로!

교통배출총량: 화물차 중심
인체위해성: 생활권 교통수단 중심으로

- 오토바이, 학원버스, 공사장 건설기계 배출관리 필요
- [미국 교통환경정책 흐름]

기준강화에서 관리강화(LEZ) 정책으로

- LEZ, PEMS, ML 등 자동차 배출의 추적 및 관리 정책 강화 필요
- 단, 오염원인자 부담 원칙을 기반으로…
- [독일 UZ, 런던 LEZ 사례]

Green Tax Shift

- 경제와 자동차 배출의 Decoupling 추구
- 녹색조세 → 환경기술 개발 → 경제성장
- [스웨덴 벤치마킹 필요]

교통환경 정책의 총괄 컨트롤타워 필요

- 협약, 조례에 기반한 정책 추진은 한계!
- 환경부, 국토교통부, 경찰청, 한국도로공사 등 총괄
- 교통배출 통계, 인벤토리, 운영시스템, 통합정책 재설계 필요

1) 기본개요

– 서유럽: 경유차 비중 감소 추세 (EURO-6시행으로 경유차값 인상, 대기환경에 대한 인식전환)

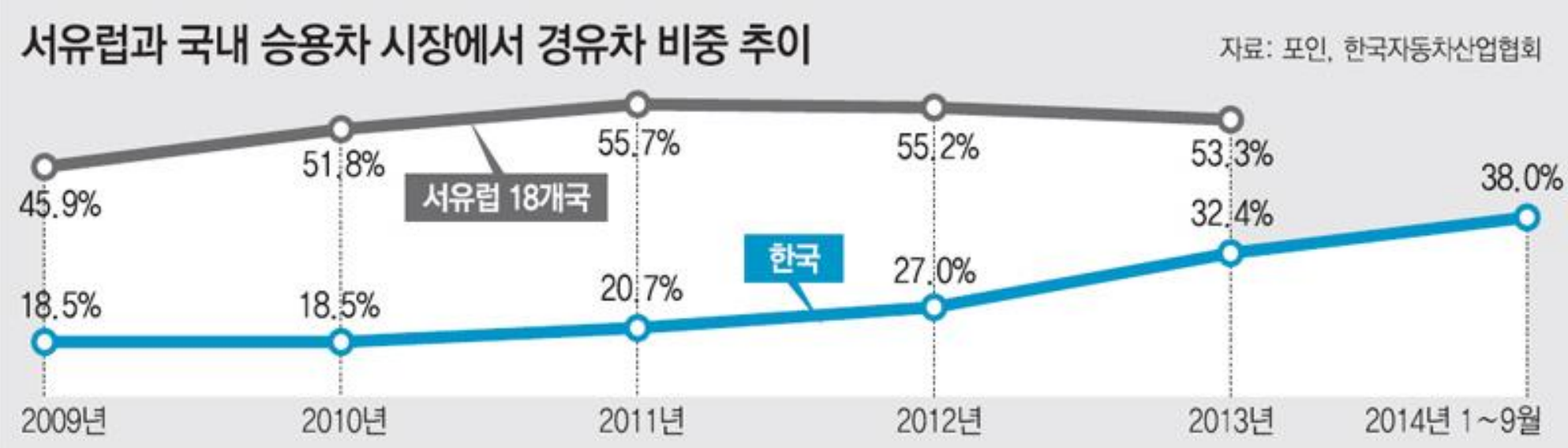
– 한 국: 경유차 급증 (2006년 경유승용차 허용, 2009년 환경개선부담금 면제(EURO-5,6), 2015년 경유택시 허용예정)

– 자동차 등록대수: 1.7배 증가 (2000년 1,205만대 → 2014년 1,995만대)

· 경유차 등록대수: 2.1배 증가 (2000년 359만대 → 2014년 739만대)

· 경유 승용차 등록대수: 10배 증가 (2000년 39만대, 2014년 291만대)

– 경유차 등록비중: 29.8% (2000년) → 39.1% (2014년)



2) 경유차 배출현황

▲ 자동차 배출평가 시스템

CAPSS (2000)

환경부

- 배출원 목록대상
- 7개 대기오염물질 대상
- 국가 정책수립 지원목표
- 약 2년전 정보제공

KOTEMS (2010)

TS 교통안전공단

- 교통부문 대상
- 온실가스 대상
- 교통부문 온실가스 감축관리
- 약 2년전 정보제공

탄소배출량 관리시스템 (2011)

국토교통부

- 도시, 자동차 대상
- 탄소 대상
- 도시교통 탄소저감 평가/관리
- 실시간 정보제공

UTEAS (2015)

- 육상교통수단 대상
- 대기오염물질, 온실가스 대상
- 정책평가 및 정책발굴 목표
- 장래 예측치 제공

미래창조과학부
Ministry of Science, ICT and Future Planning

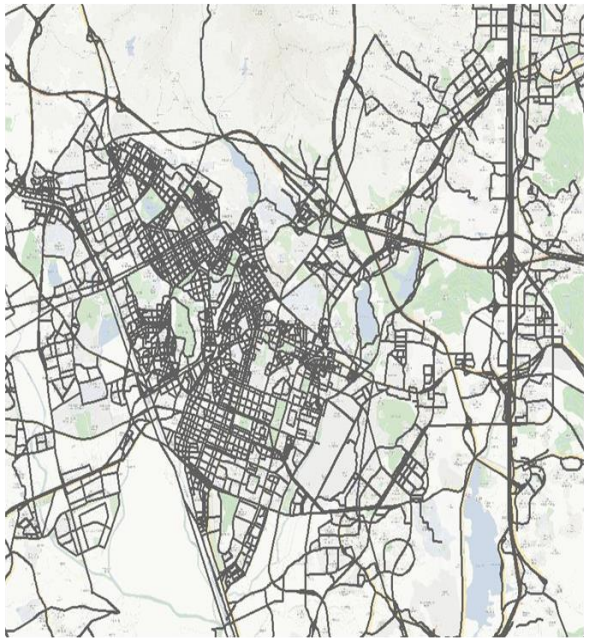
TODERC
TOD기반 지속가능 도시·교통 연구센터

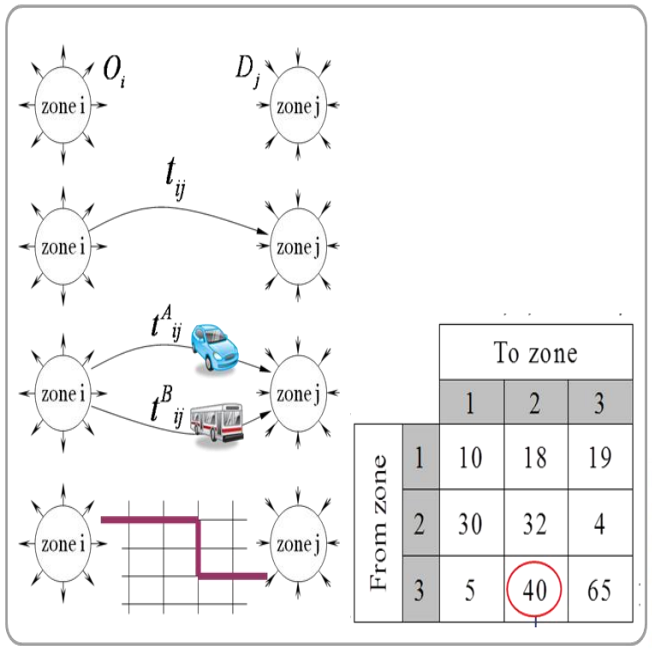
2) 경유차 배출현황

▲ UTEAS 주요특징

교통수요예측기법(Travel Demand Modeling) 적용 ⇒ 주행거리, 주행속도 예측

GIS기반 교통분석 소프트웨어인 美 Caliper社의 TransCAD 6.0 이용





From zone \ To zone	1	2	3
1	10	18	19
2	30	32	4
3	5	40	65

도로 구간별 차종의 교통량 및 주행속도 추정

- 도로구간별 연장
- 도로구간별 차종별 교통량
- 도로구간별 차량속도
- 도로구간별 V/C
- 도로구간별 통행소요시간

가변적 배출계수 예측모형 적용

자동차 생애주기의 반영

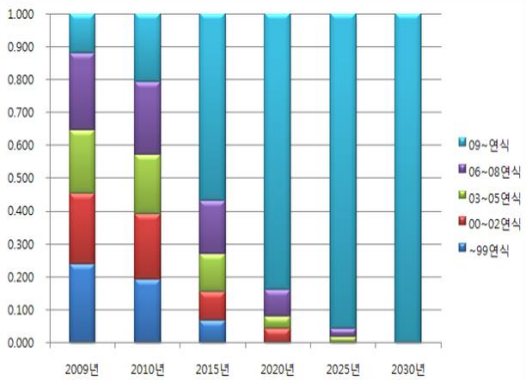
$$VEF_{y,m,e}(v) = \sum_{dm}\sum_{fu}\sum_{u}(EF_{(e,dm,fu,u)}(v) \times w_{(dm,fu)} \times w_{(y,m,fu,u)}) \quad (4)$$

$$w_{(dm,fu)} = \frac{N_{(dm,fu)}}{\sum N_{(dm,fu)}}$$

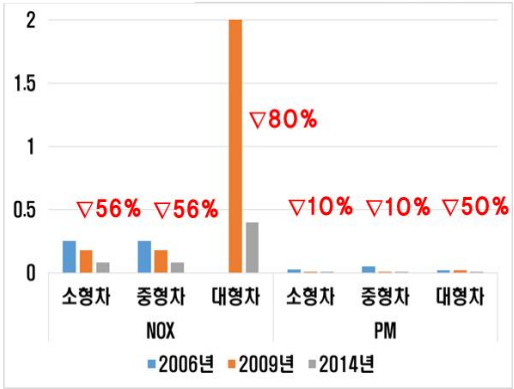
$$w_{(y,m,fu,u)} = \frac{N_{(m,y-1,u)} \times d_{(m,y-u+1)}}{N_{(m,y-1)} \times \rho} \times df_{(fu,y-u+1)}$$

$$d_{(m,y-u+1)} = \prod_{q=y-3}^{y-1}\left(\frac{N_{(m,q-1,y-u)} - N_{(m,q,y-u+1)}}{N_{(m,q-1,y-u)}}\right)$$

배출규제 강화정책 반영

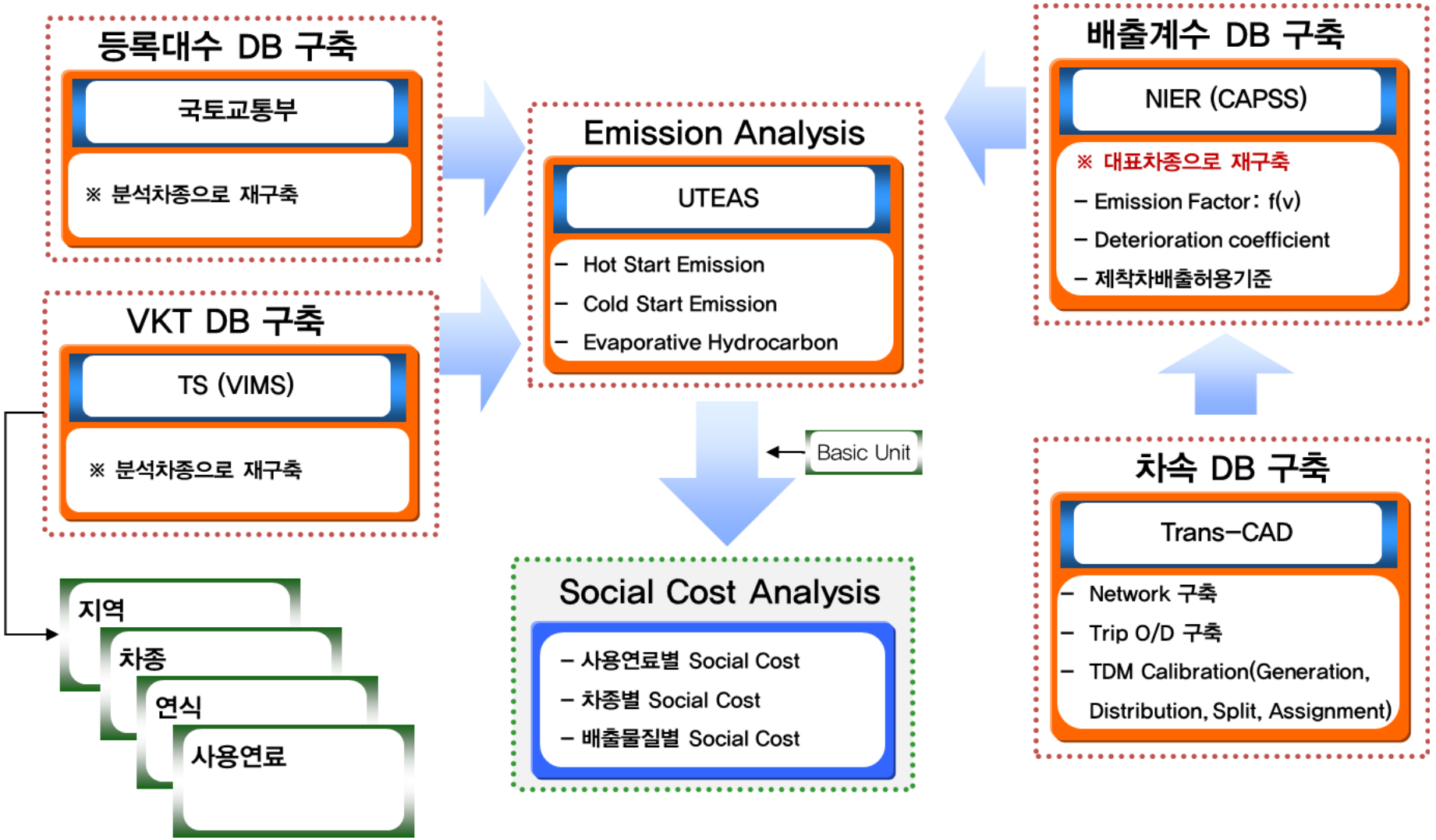


(단위: g/km)

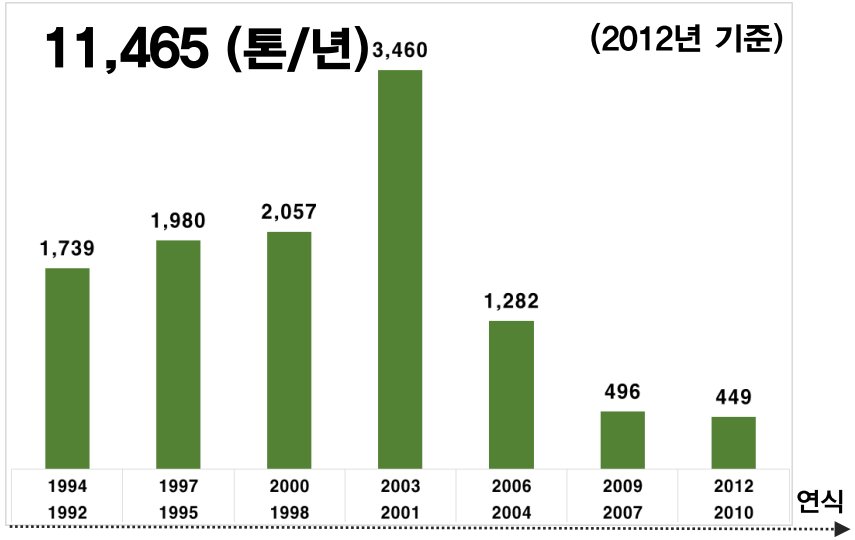


2) 경유차 배출현황

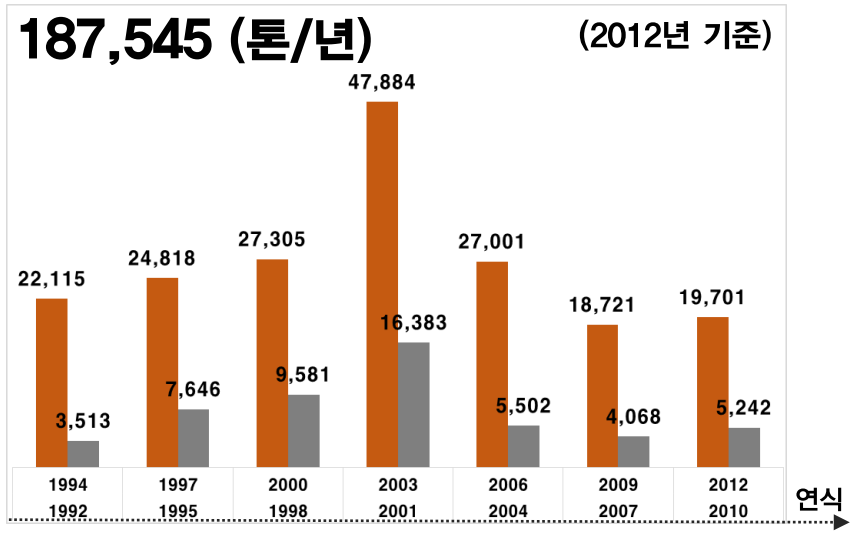
▲ 자동차 배출평가 방법 (금번 결과)



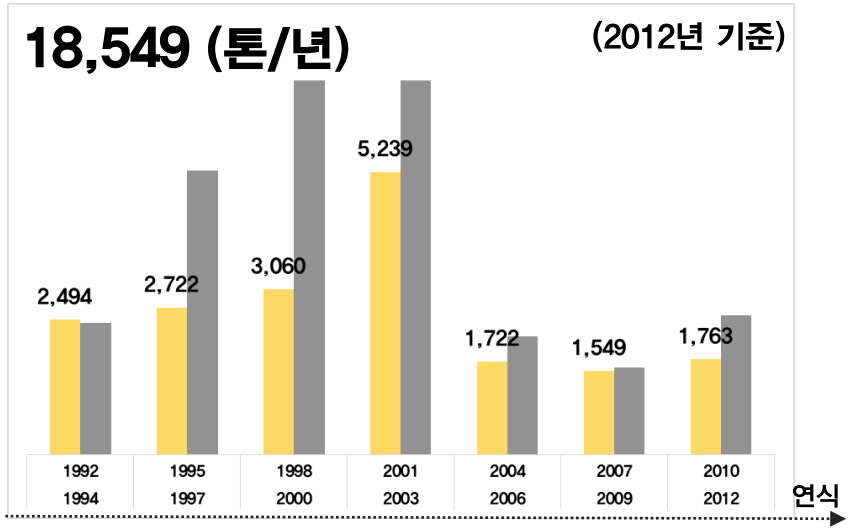
2) 경유차 배출현황



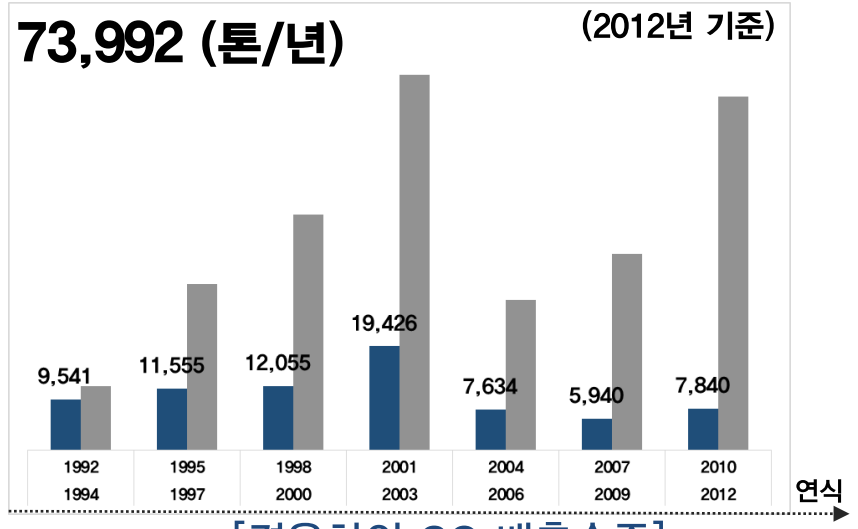
[경유차의 PM2.5 배출수준]



[경유차의 NOX 배출수준]



[경유차의 HC 배출수준]

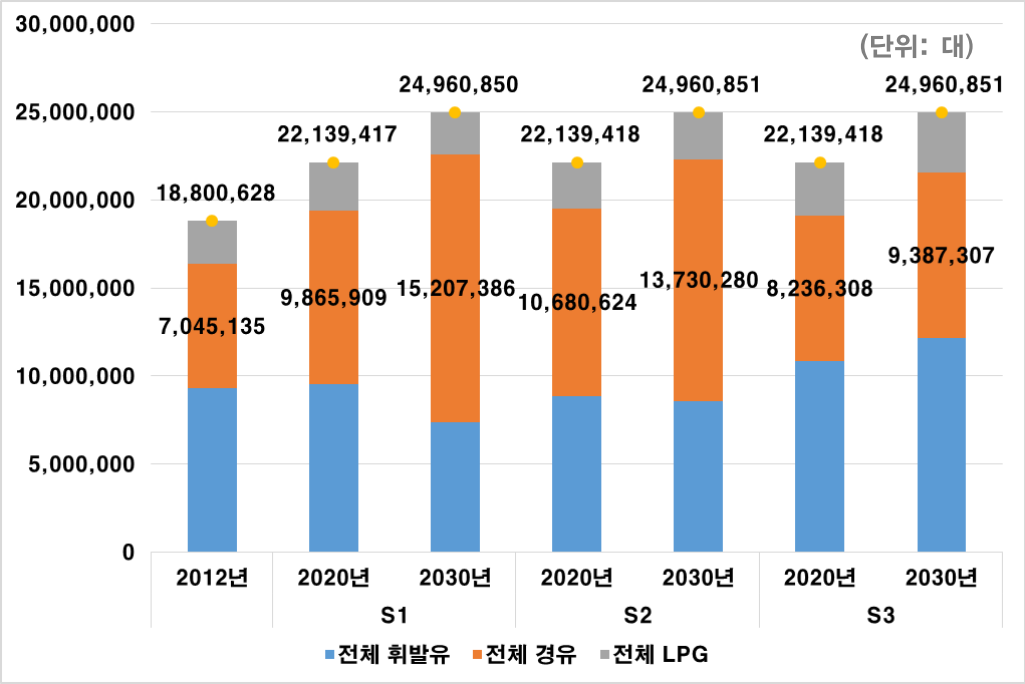


[경유차의 CO 배출수준]

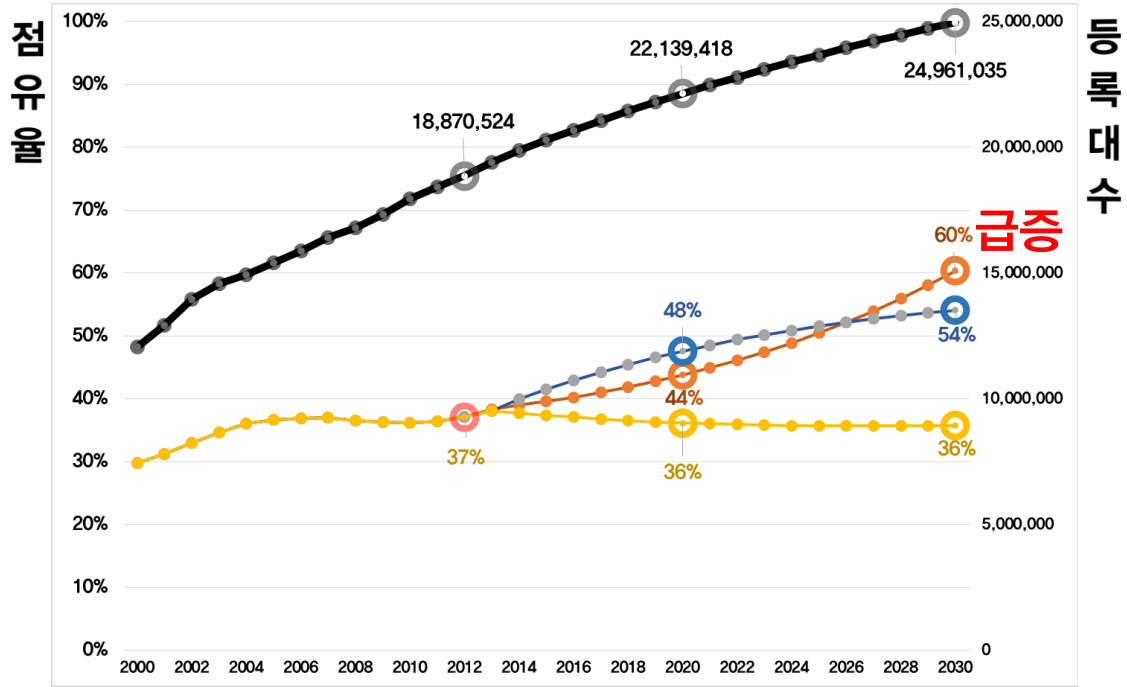
3) 장래 경유차 배출예측

[경유차 점유율 모형별 점유율 예측결과]

적용 모형	시계열 모형	SP 모형	해외 예측자료
경유차 점유율 증가형태	급증(2030, 60%)	증가	유지



[장래 자동차 등록대수 예측 결과]



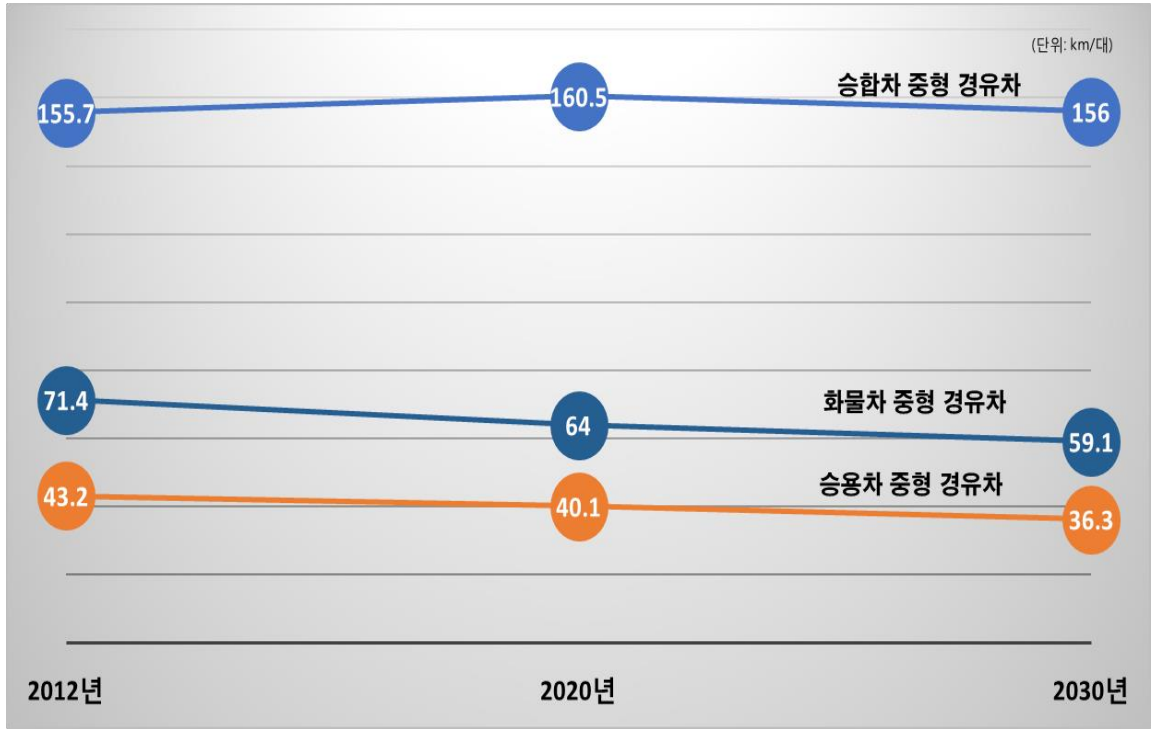
[장래 경유차 점유율 예측결과]

3) 장래 경유차 배출예측

▲ 자동차 주행거리 예측

	경유 승용차	경유 승합차	경유 화물차
예측 모형	8.398ln(x)+63.194 R^2=0.7006	−0.188x+70.487	8.153ln(x)+70.508 R^2=0.7814

[자동차 일평균 주행거리 추정 모형]

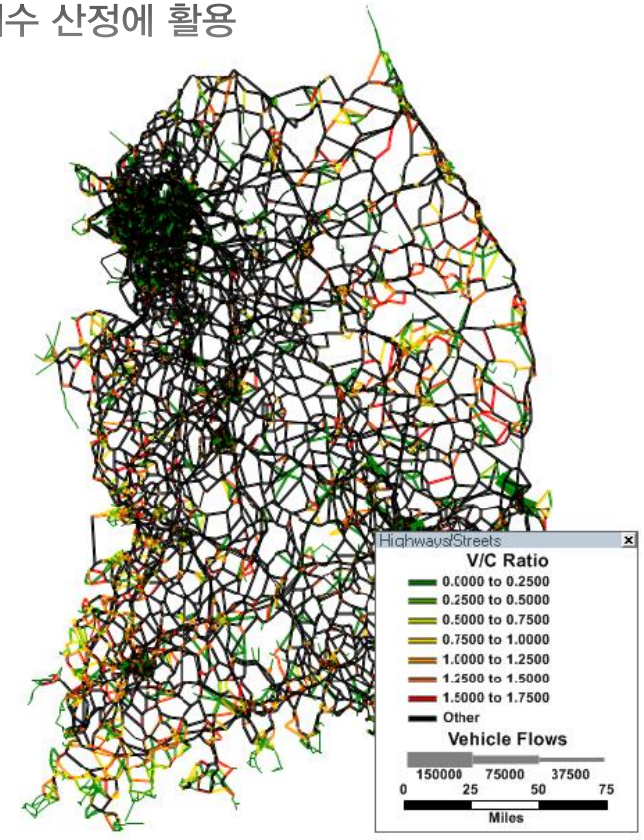


[장래 자동차의 VKT 예측결과]

▲ 자동차 주행속도 예측

– TDM(교통수요모형) 활용

- 장래 토지이용변화, 장래 교통인프라 계획, 통행패턴 변화 고려
- 전국 통행행태 변화 시뮬레이션 위해 Trans–CAD 활용
- 장래 배출계수 산정에 활용



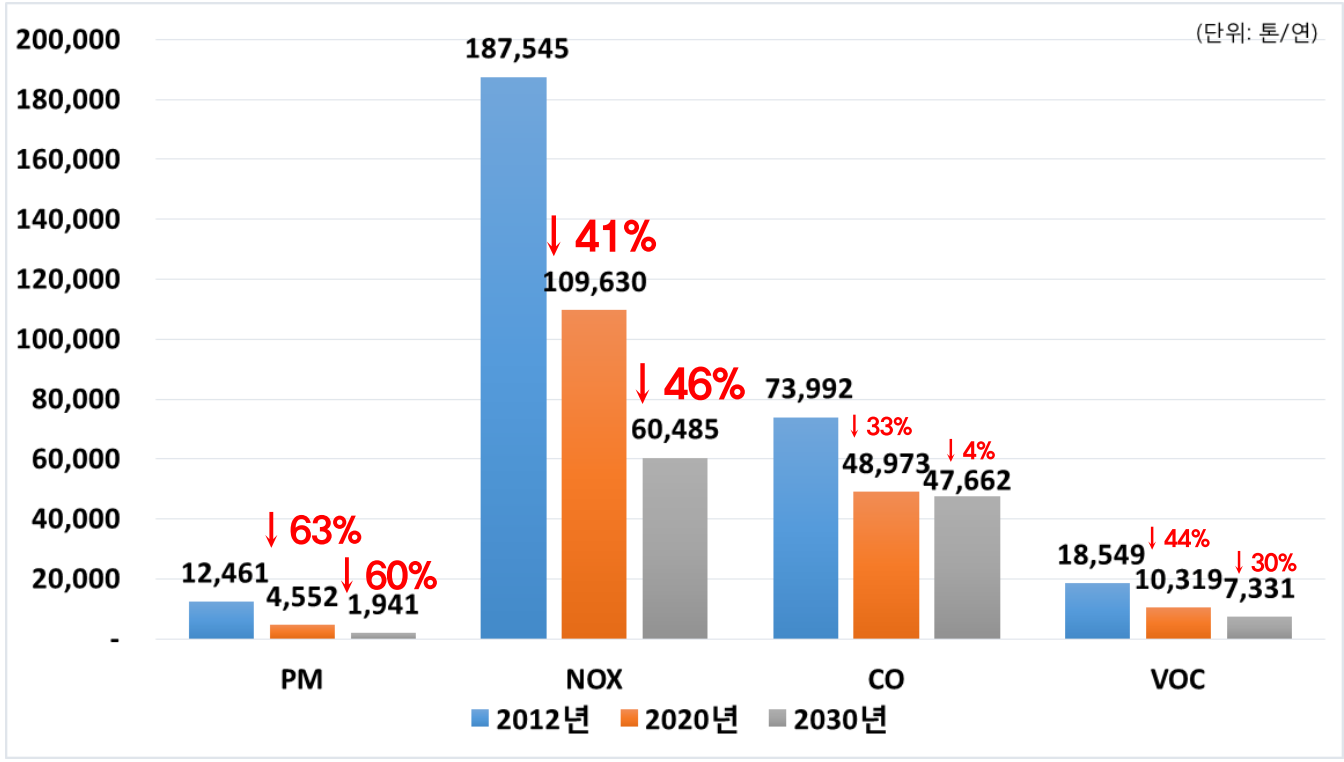
[장래 도로망의 V/C 예측 결과]

3) 장래 경유차 배출예측

▲ 장래 경유차 배출량 예측결과 (경유차 급증시)

– 경유차 장래 점유율: **37%**(2012), **44%**(2020), **60%**(2030) 증가시

- **PM 배출량:** 12,461톤(2012), 4,552톤(2020) **63%감소**, 84%(2030)
- 경유차 급증시: **PM 215톤(5%)** 추가 발생 (경유차 현 비중 유지시: 4,337톤) 2020년 기준



[경유차 배출량: 경유차 급증시]

3) 장래 경유차 배출예측

▲ 경유차 급증 불구, 장래 PM 배출량 63% 감소

– 장래 경유차 배출감소는 EURO-5,6 등 제작차배출허용기준 강화정책의 영향

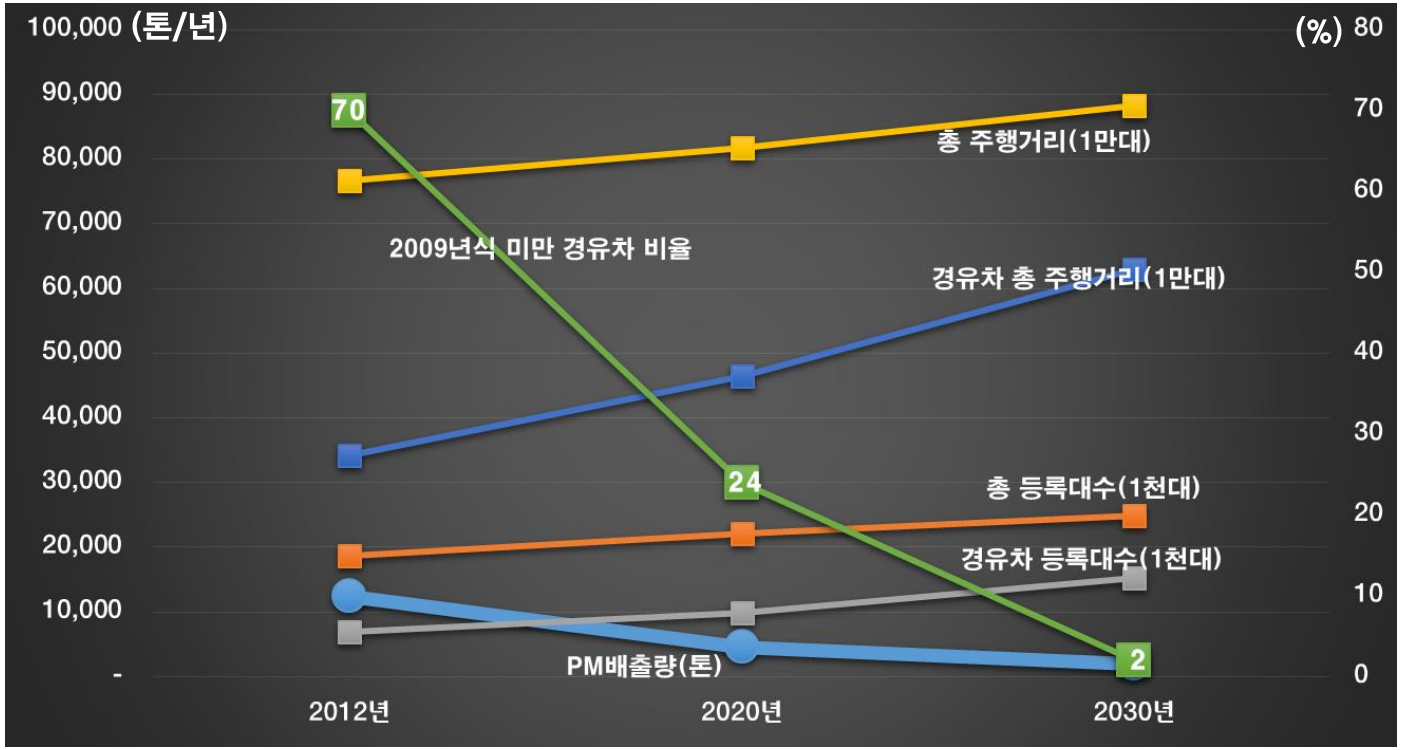
· 2009년식 미만 경유차 등록 점유율 감소 (2014년 70%, 2020년 24%, 2030년 2%)

– 단, 아래 3가지 전제조건 하에 성립 (배출관리상의 불확실성 존재)

· 운행차 배출증감은 제작차 배출허용기준 증감수준과 연계 (국내 주행모드 기반 EURO-5,6차량의 배출계수 미반영)

· 장래 경유차 열화계수 유지 (국내 주행특성 기반 경유차 열화계수 미반영)

· 실 주행조건 배출수준 동일 전제 (국내 실주행 기반 배출특성 미반영)



3) 장래 경유차 배출예측

▲ 요인별 장래 경유차 배출 영향 (2020년 기준)

- EURO-5 조치: 연 1,968톤 PM 저감효과, 연 3조 3,325억원 환경비용 절감
- 열화계수 증가: 연 3,176톤 PM 추가발생, 연 3조 7,461억원 환경비용 추가발생 (운행차 배출가스 허용기준 강화, 배출성능의 보증기간 중요)

(단위: 톤/년, 억원/년)

	PM	NOx	CO	HC	환경비용
경유차 현비중	4,337	106,804	47,704	10,123	59,947
경유차 급증 (경유차 급증 영향)	4,552 (↑215)	109,630 (↑2,826)	48,973	10,319	61,781 (↑1,834)
EURO-5 미적용시 (EURO-5 조치영향)	6,305 (↑1,968)	167,178 (↑60,374)	45,718	12,993	92,272 (↑32,325)
EURO-6 미적용시 (EURO-6 조치영향)	5,204 (↑867)	139,527 (↑32,723)	51,588	12,463	77,048 (↑17,101)
열화계수 매년 5%씩 증가시 (열화계수 미적용 영향)	7,513 (↑3,176)	171,087 (↑64,283)	70,478	15,647	97,408 (↑37,461)

조세 기반 관리제도

운행차 기반 관리제도

배출기준 기반 관리제도

1) 국내 정책현황

[자동차 관련세]

단계	세목	징수주체	과세목적	과세표준	세율
구매	개별 소비세	국세	소비 억제, 에너지 절약, 환경오염 방지	승용차의 출고가	0%, 5%, 10%
	교육세	국세	교육관련 사업에 활용	승용자동차 개별소비세	30%
	부가 가치세	국세		자동차 가격	10%
	취등록세	지방세	지방재정 확충	자동차 가격	7%
	공채매입	지방세	차량운행에 따른 교통통제에 대한 부담금	배기량	4~20%
	관세	국세	국민경제 발전 기여	수입 자동차	8%
보유	자동차세	지방세	재산세적 성격, 도로손상 및 환경오염에 대한 부담금적 성격	승용차 배기량	cc당 80~220원
	지방교육세	지방세	지방재정 확충	자동차세액	30%
	환경개선부담금	국세	경유 오염의 복구비용	기준금 x 계수	
이용	교통 에너지 환경세	국세	교통시설의 확충을 통하여 교통혼잡 증가와 물류비용 증대 문제 해소	연료 가격	30%이내
	교육세	국세	교육관련 사업에 활용	교통세액	15%
	주행세	지방세	자가용 승용차 운행 억제 (유가인상 보조금에 활용)	교통세액	26%
	부가 가치세	국세		연료 가격	10%

주: "김승래 · 임병인(2012), 친환경 자동차세제 개편의 소득재분배효과 분석, 한국경제연구" 일부수정
"이지연(2013), 수송연료 가격과 자동차 연비간의 상관관계 분석, 에너지경제연구원" 일부수정

1) 국내 정책현황

– 경유 세금: 세전가격 대비 78%, [휘발유 106%] (2014년 기준)

– 한국 경유 세금: 세전가격 대비 88%, [영국 189%, 프랑스 144%] (2009년 기준)

[연료의 세금] (2014년 7월 기준)

구 분	휘발유 (원/ℓ)	경유(원/ℓ)
세전 가격	851.93	851.87
교통에너지환경세	529	375
개별소비세		
교육세	79.35	56.25
주행세	137.54	97.5
부가세	159.83	138.11
세금 계	905.72	666.86
세후 가격	1,758.12	1,519.20
세금 비중 (세전가격 대비)	106%	78%

자료: 오피넷

[국가별 연료의 세금 비중] (세전가격 대비)

(2009년 기준)

	휘발유	경유
한국	128%	88%
영국		189%
덴마크	179%	130%
네덜란드		139%
스웨덴		136%
스위스		125%
핀란드		121%
프랑스		144%
아일랜드		130%
미국	25%	26%

자료: IEA(2010), Energy Price and Taxes.
신상철 등(2010), 기후변화 대응을 위한 탄소세 도입방안, 한국환경정책평가연구원.

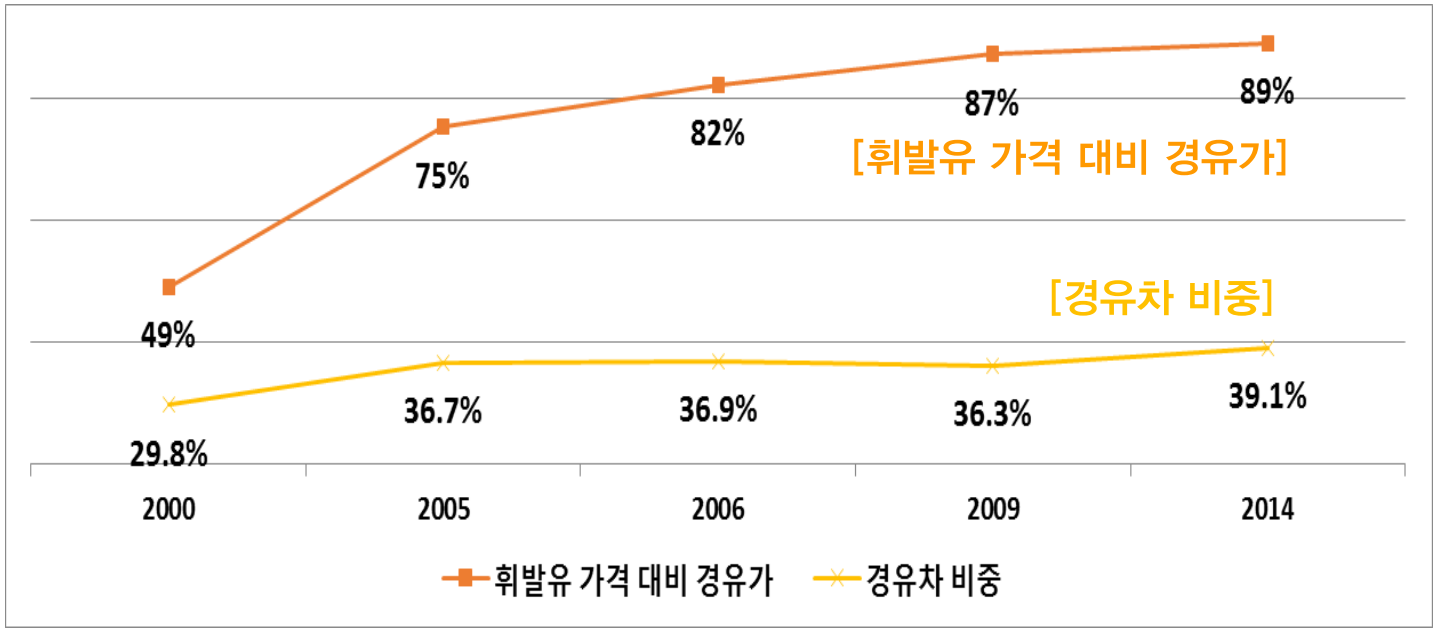
1) 국내 정책현황

– 2007, 제2차에너지세제 개편 계획에 따라 경유 상대가격을 85% 수준까지 조정

– 그러나, 현 경유 세제율은 경유차 증감 측면에서 비탄력적 구간으로 판단.

: 경유 상대가격 증대 불구, 복합적 요인(여가 증대, 경유차 성능 향상, 수입디젤 판매허용, 적극적 마케팅 등)으로 경유차 지속적 증가 추세

[경유 상대가격과 경유차 비중의 관계]

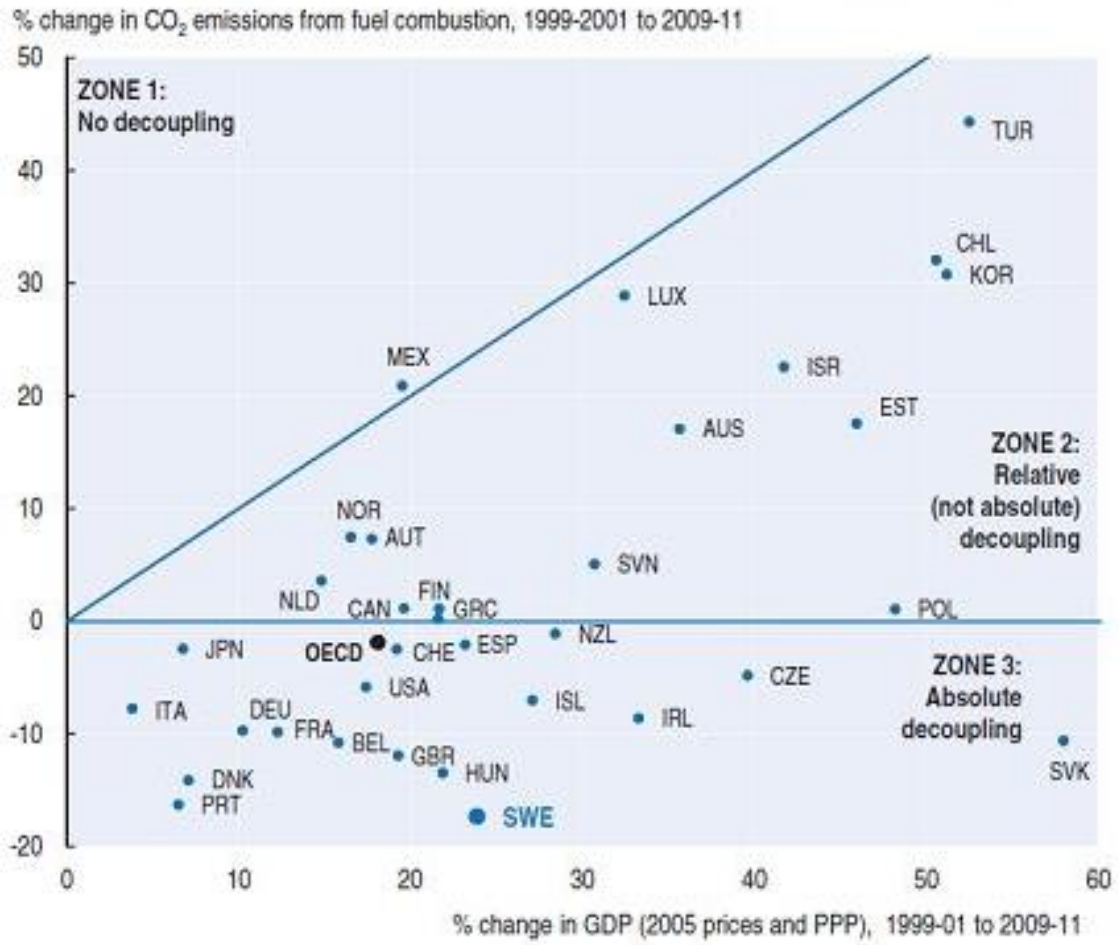


2) 해외 주요정책

나. 스웨덴

- 1991년 탄소세등 환경목적의 조세제도 도입한 최초 국가
- 환경조세와 기타 가격 수단과 관련한 선구자
- 경제성장과 오염물질 배출의 비동조화(decoupling) 달성
- 조세부담을 노동에서 환경에 유해한 활동으로 전이하는 녹색조세 전환(green tax shift)에 성공
- 녹색조세 전환의 결과, 환경혁신을 장려하고 녹색기술 사용 가속화

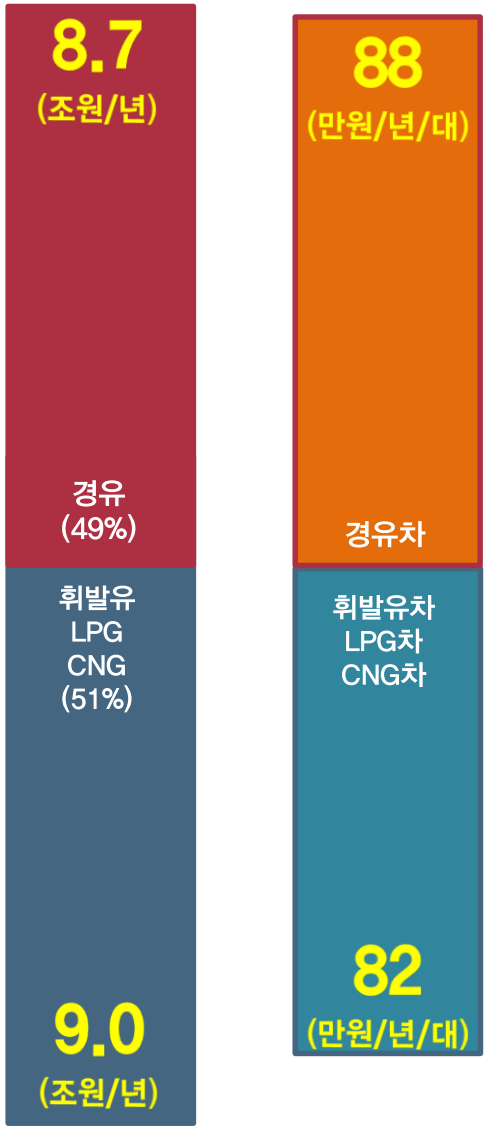
[Decoupling CO_2 emission for economic growth]



Source: IEA (2013), *IEA CO_2 Emissions from Fuel Combustion* (database); OECD (2013), *OECD Economic Outlook No. 93* (database).

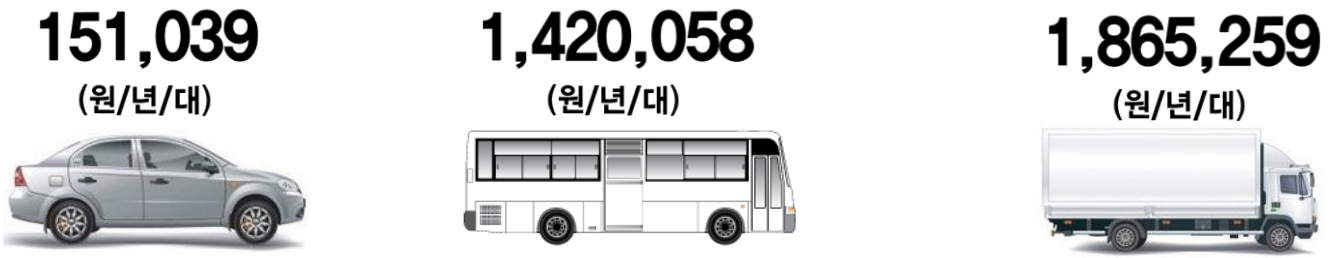
3) 개선방향

▲ 우리나라의 장래 자동차 대기오염 사회적 비용 (2020년 기준, 경유차 급증시)



▲ 경유 차종별 대기환경의 사회적 비용 (경유차)

▲ 경유 차종별 대기환경의 사회적 비용 (대당)



3) 개선방향

에너지 사용에 대한 가격 정책은 사용자 부담금적 성격 및 환경규제적 성격의 특성 지녀야 함

1. 에너지 사용의 내재화 측면, 유종간 과세 불형평성 교정 필요

- 2012년, 경유 자동차의 환경비용: 타연료 자동차 대비 1.425배 (온실가스 미고려시)
- 경유차 세금비중↓ : 44% (타연료 52%)

연료	환경비용 (총)	환경비용 (대당)	연료 상대가격 (휘발유 대비)	세금비중 (판매가격 대비)
경유	15.6조원/년	228만원/대/년	85%	44%
타연료	8.1조원/년	160만원/대/년	100%	52%

2. 유가보조금 정책이 시장왜곡이나 본래의 환경개선 목적을 퇴색시키지 않는지 검토 필요

– 사업용 경유 자동차의 세율에 대한 적정성: 생계형 차주의 부담완화가 유가보조금 형식이여야 하는가?

- 2012년, 사업용 경유 자동차의 환경비용: 비사업용 경유 자동차 대비 12.27배 (주행거리 차이 4배)
- 사업용 경유 자동차의 세액↓: 비사업용 경유 자동차 대비 12%

용도	평균 주행거리	환경비용	세액
비사업용	33km/대/일	94만원/대/년	279,780원/대
사업용	132km/대/일	1,154만원/대/년	32,627원/대

3) 개선방향

3. 경유 승용차보다 승합차와 화물차에 대한 사회적비용 내재화 필요

– 차종별 대기오염 사회적 비용의 내재화 측면, 현실적인 가격 정책 제고 필요

(화물차 유가보조금 지원방식)

– 2012년, 경유 화물차의 환경비용: 승용차 대비 7.96배 (온실가스 미고려시)

– 경유 화물차의 세액↓: 승용차 대비 7%

차종	환경비용	세액	비고
승용차	50 만원/대/년	400,000 원/대/년	
승합차	293만원/대/년	65,000 원/대/년	소형 일반버스
화물차	398 만원/대/년	28,500 원/대/년	1톤

4. 연식을 고려할 수 있는 유일한 조세수단인 환경개선부담금(대기오염세) 강화 필요

– 2012년, 연식별 환경비용: 5배까지 차이

연식	NOx배출량	환경비용
2008~2012	5kg/대/년	58 만원/대/년
2003~2007	10.4kg/대/년	142 만원/대/년
1998~2002	19.4kg/대/년	292 만원/대/년
1992~1997	31.8kg/대/년	603 만원/대/년

– **유 류 세:** 주행거리가 증가할 수록 차등된 부담금 부과 가능, 그러나 노후 연식에 대한 차등 부담금 부과는 어려움

– **자동차세:** 노후 연식일수록 낮아짐. 노후연식일수록 배출량 많은 환경비용 특성을 고려할 수 없음

– 2016년 폐지예정인 **환경개선부담금은 경유차, 연식에 따라 부과가능.** 연식별 사회적 비용의 내재화 가능 비목

조세 기반 관리제도

운행차 기반 관리제도

배출기준 기반 관리제도

1) 국내 정책현황

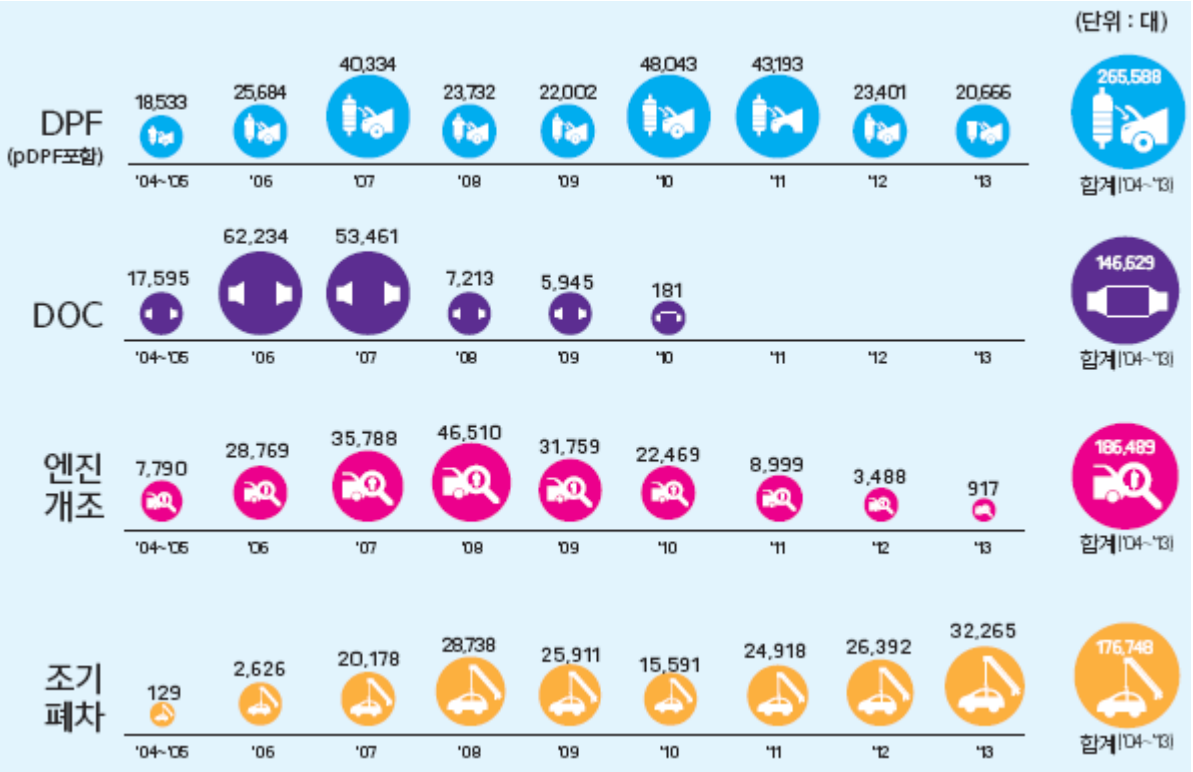
가. 1차 수도권 대기환경관리 기본계획

– 운행경유차 저공해화 정책 기반

[1차 수도권 대기환경관리 기본계획 (환경부, 2005)]

구분	계획	실행
배출가스 저감장치 부착	1조 4,274억원	9,064억원
저공해 엔진 교체	3,405억원	4,601억원
노후차 조기폐차	1,592억원	1,963억원
합계	1조9,271억원	1조5,630억원

[수도권 대기환경 개선 대책 그 성과와 미래 (환경부, 2014)]



1) 국내 정책현황

나. 2차 수도권 대기환경관리 기본계획

- 운행경유차 저공해화: 6조 1,190억원
- 건설기계 관리: 8,935억원
- LEZ 관리시스템 구축: 1,142억원
- 원격측정방비(RSD) 확충: 411억원
- 교통수요관리(청정버스정류장): 137억원

- 이륜차 정기검사 (14년 대형,15년 중형,16년 소형)
- 교통환경적합성 평가 시스템
- 기업체 교통수요관리 등

[2차 수도권 대기환경관리 기본계획 (2013, 환경부)]

구 분		추진기간	소요예산	사업물량
운행차 관리	원격측정장비(RSD) 확충	'15~'24	411억	32대
	배출가스 저감사업	'15~'24	3조 595억	-
	DPF 부착	'15~'20	7,059억	151,000대
	엔진개조	'15~'20	1,330억	38,000대
	조기폐차	'15~'20	4,038억	190,000대
	삼원촉매장치 교체	'15~'24	2,905억	830,000대
	PM-NOx 동시저감장치	'15~'24	1조 5,000억	100,000대
	사후관리	'15~'24	263억	-
	공해차량 운행제한지역(LEZ) 관리시스템 구축·운영	'16~'24	1,142억	-
건설기계 및 선박 관리	건설기계 및 선박 배출가스 저감사업	'15~'24	4,735억	-
	건설기계 DPF 부착	'15~'24	800억	10,000대
	건설기계 엔진교체	'15~'24	2,250억	15,000대
	건설기계 엔진개조	'15~'24	450억	15,000대
	건설기계 조기폐차	'15~'24	700억	10,000대
	선박 DPF 부착	'15~'24	500억	5,000대
	사후관리	'15~'24	35억	-
교통수요관리	청정버스정류장 설치	'15~'24	137억	150개소

2) 해외 주요정책: LEZ

▲ 영국 런던

- 등록: 영국에 등록된 차량은 런던교통국에 별도 등록 불필요
- 진입허용 차량: DPF 장착, 저공해인증서 발급, 특정 연식 이상 차량으로 교체, 운행요금 지불
- 이용요금: 100~200 파운드

[이용요금]

차량	중량	일일요금
– 대형 밴 – 말운송차량 – 4x4 경량유틸리티차량 – 픽업차량 – 기타 특수차량	공차중량 1.205톤, 총중량 3.5톤	100파운드
– 모터 캐러반 – 앰블런스	총중량 2.5 ~3.5톤	100파운드
– 미니버스(좌석 8개 이상)	총중량 3톤 미만	100파운드
– 화물차 등	총중량 3.5톤 이상	200파운드
– 버스 – 코치(좌석 8개 이상)	총중량 5톤 이상	200파운드

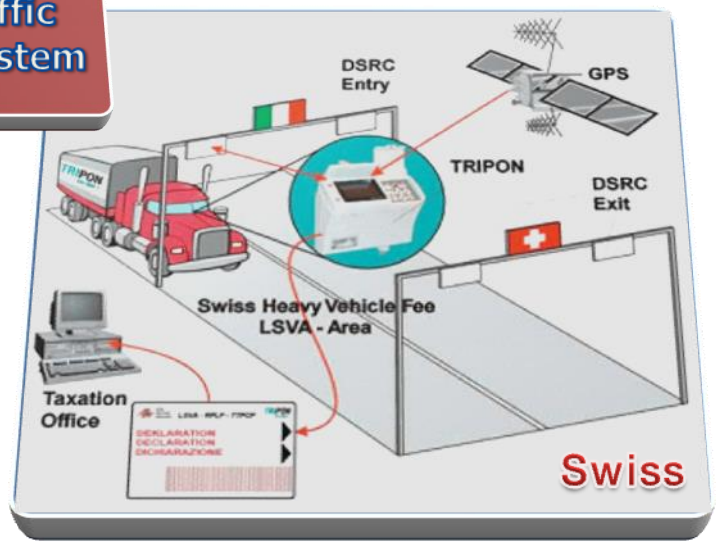
[벌금]

차량	중량	벌금	14일 이내 납부
– 대형 밴 – 말운송차량 – 4x4 경량유틸리티차량 – 픽업차량 – 기타 특수차량	공차중량 1.205톤, 총중량 3.5톤	500파운드	250파운드
– 모터 캐러반 – 앰블런스	총중량 2.5 ~3.5톤	500파운드	250파운드
– 미니버스(좌석 8개 이상)	총중량 3톤 미만	500파운드	250파운드
– 화물차 등	총중량 3.5톤 이상	1,000파운드	500파운드
– 버스 – 코치(좌석 8개 이상)	총중량 5톤 이상	1,000파운드	500차운드

2) 해외 주요정책: LEZ

▲ 단속 시스템

무인교통
단속시스템
Automatic Traffic
Enforcement System



3) 개선방향: LEZ

해외사례와 같이 운행차 배출관리 정책은, LEZ 기반의 노후경유차 저공해화 유도 (오염자부담원칙)

1. 가장 적절한 지역은 어디인가?
2. 어떤 차량을 규제 대상으로 할 것인가?
3. 법적 기준 및 규제 정도는 어떻게 할 것인가?
4. 시스템을 갖추는데 드는 비용은 얼마인가?
5. 영업용 화물차 진입 규제에 대한 대안은?
6 대기질 개선효과는 어느 정도인가?
7. 영향을 받는 차량은 얼마나 되는가?
8. 사용자(운전자)들의 반응은 어떤가?
9. 사용자들이 지불해야 하는 비용은?
10. 정책 참여 유도방안은?

- 시민참여 유도
  - 시민단체, 환경단체 등과 협조 필수
  - 대중 수용성과 정치적 신임 제고가 우선

- 수도권대기환경청 기능 강화
  - 지자체 개별 운영에서 벗어나, LEZ 통합운영 필요
  - LEZ 추진 위한 교통전문가 보강

※ 수도권 통합환승할인, 광역철도사업 추진 위한 '수도권교통본부' 사례 참고

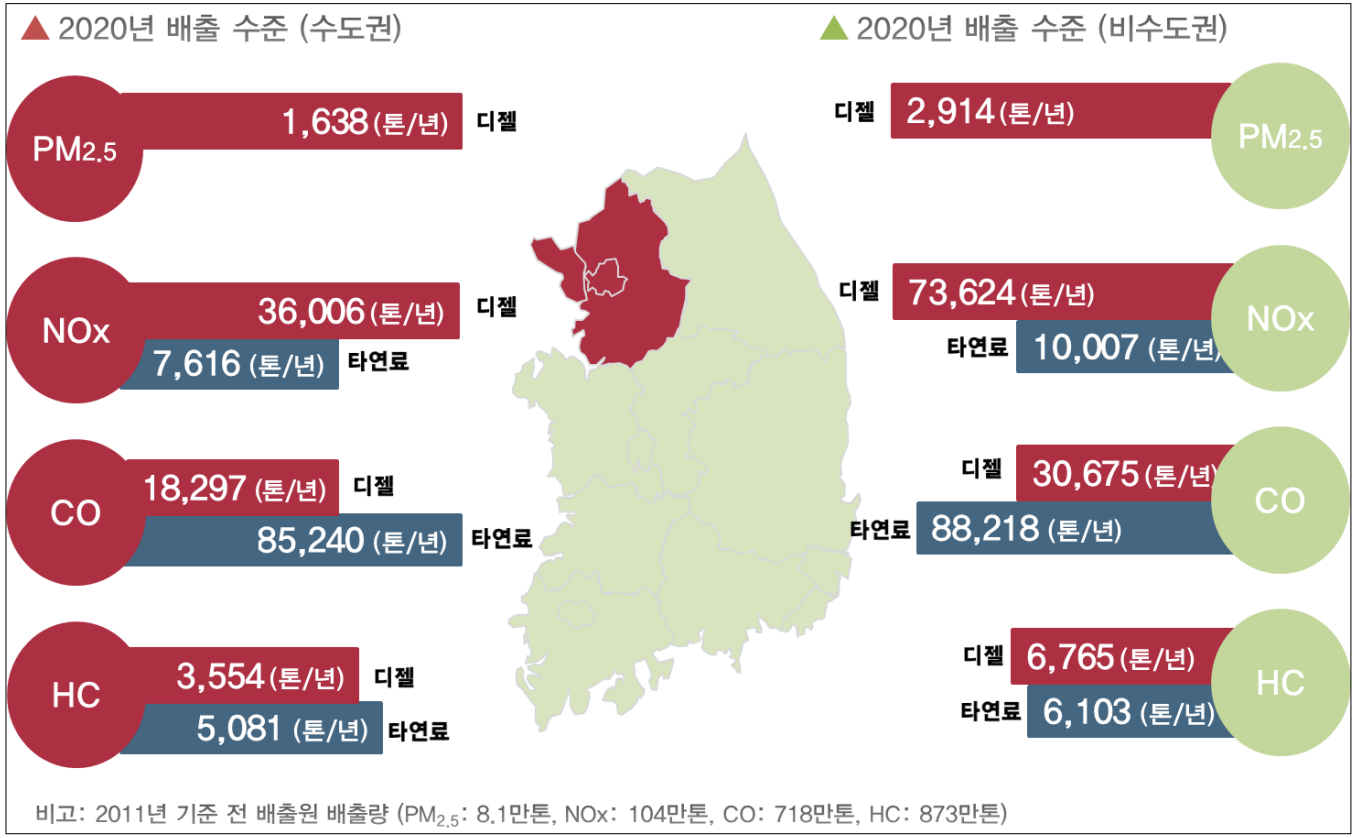
- 단속시스템
  - 경찰청, 교통안전공단과 협조 필수
  - 번호인식 기반의 스마트톨링시스템과 연계가능

3) 개선방향: LEZ

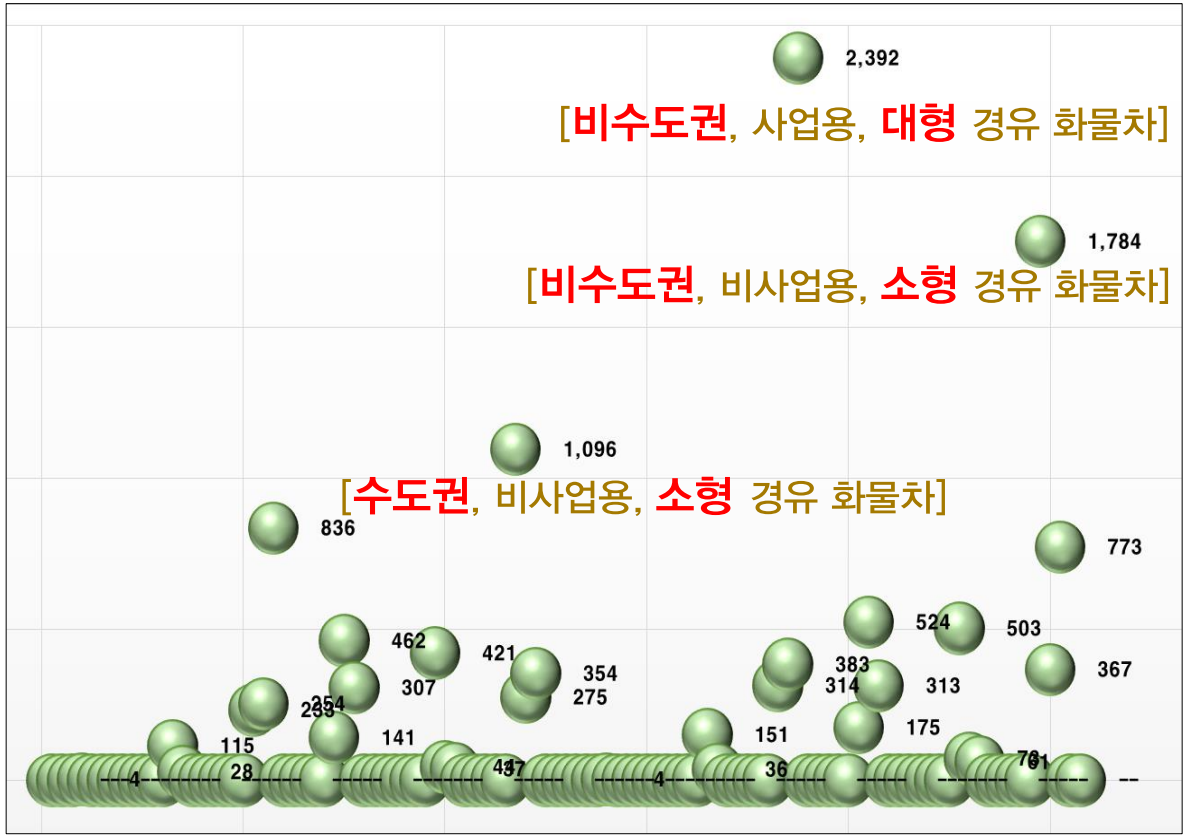
● 대상차량

– 등록지가 아닌 수도권 운행차 중심

: 수도권 배출의 피해도는 비수도권의 3배, 서울은 전국의 17배



[자동차 배출량, 2020년 경유차 급증시]



[자동차 차종별 PM2.5 배출량, 2020년 경유차 급증시]

조세 기반 관리제도

운행차 기반 관리제도

배출기준 기반 관리제도

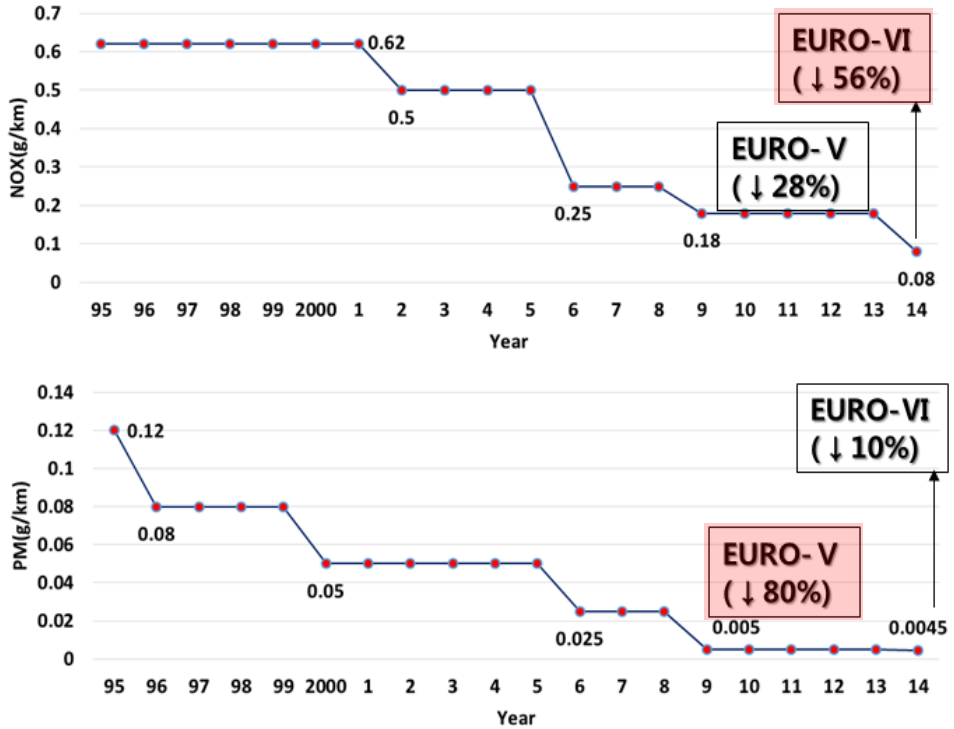
1) 국내외 정책현황

가. 제작차 배출허용기준 강화

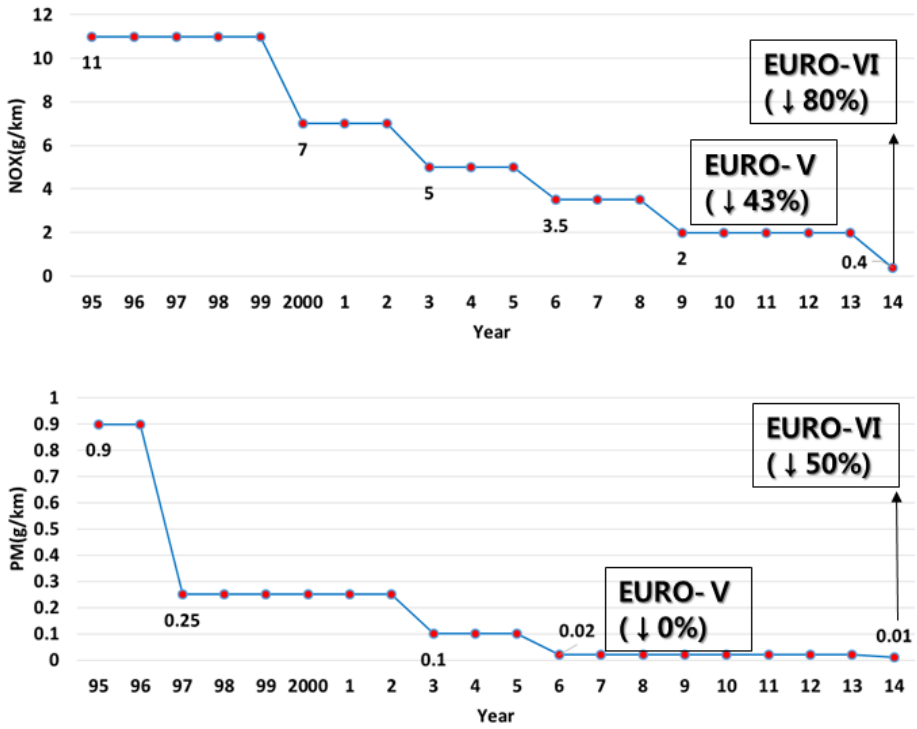
– 한국 경유차 배출허용기준: EU기준 준용

2006년 EURO-4 → 2009년 EURO-5 → 2014년 EURO-6

(승용차 PM 80%, NO_X 28% 강화) (승용차 PM 10%, NO_x 56% 강화)



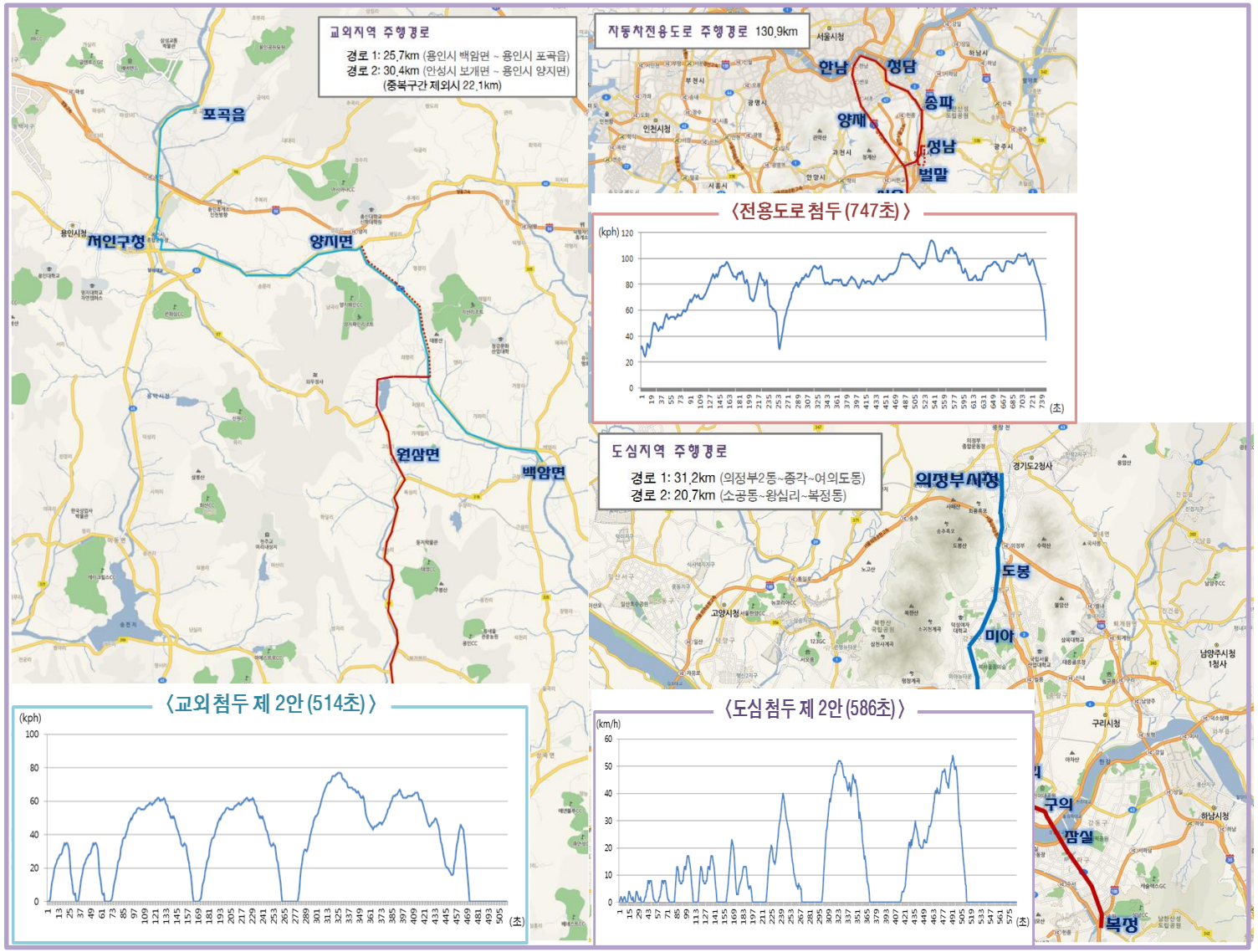
[제작차 배출허용기준 변화 (경유 승용차)]



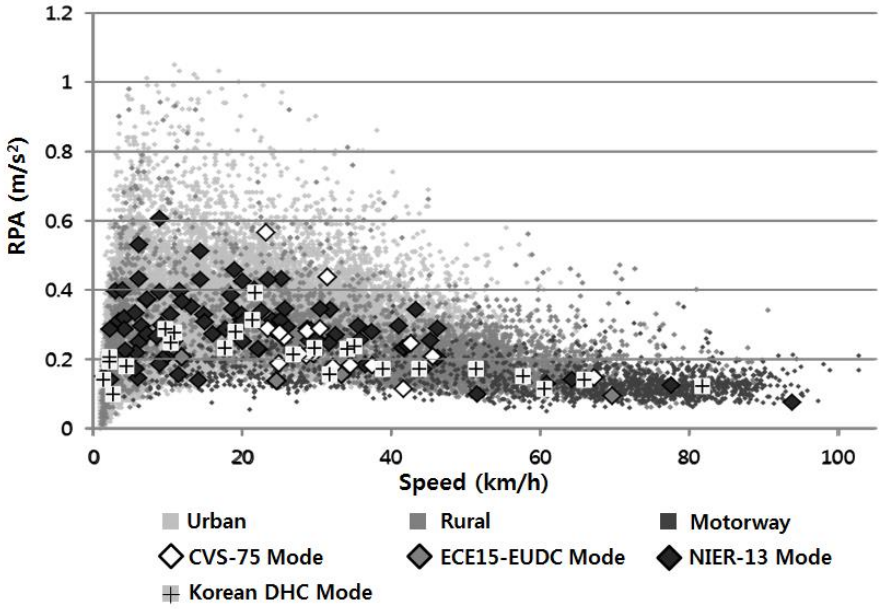
[제작차 배출허용기준 변화 (경유 대형차)]

2) 개선방향

가. 국내 교통특성을 고려한 DHC 반영



- 우리나라의 도로조건과 교통조건을 고려한 주행모드는 NEDC모드와 차별
- NEDC 모드 통과 차량, 국내에서도?
- EU 측정방법 개선시(WLTC 등) 한국의 주행특성을 반영필요



자료: 최기주, 이규진 등 (2011)