발간등록번호	11-B552989-000003-11
ISBN	978-89-94071-14-5

2019 국토교통기술수준분석

국토교통 기술수준분석 총괄보고서

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

목 차

제1장 개요 ····· 1

1. 추진배경 및 목적 ····· 1

2. 수행범위 ····· 2

2.1 기술분류체계 도출 ····· 2

2.2 국토교통 기술수준 및 기술경쟁력 분석 ····· 4

제2장 총괄 기술수준 분석 ····· 13

1. '15년 대비 '19년 국토교통 분야 기술수준 및 격차 분석 ····· 13

2. 국토교통 분야 기술수준 및 기술경쟁력 ····· 16

2.1 국토 분야 기술수준 및 기술경쟁력 ····· 17

2.2 교통 분야 기술수준 및 기술경쟁력 ····· 18

3. 분야별 최고기술 보유국 ····· 19

4. 우리나라의 상대적인 기술수준 ····· 25

4.1 중분류 단위 기술수준 ····· 25

4.2 소분류 단위 기술수준 ····· 26

제3장 분야별 기술수준분석 ····· 27

1. 건축 ····· 27

2. 도시·공간 ····· 33

3. 시설물 ····· 39

4. 플랜트 ····· 50

5. 도로교통 ····· 59

6. 철도교통 ····· 66

7. 항공교통 ····· 73

8. 물류 ····· 80

제1장 개요

1. 추진배경 및 목적

□ **세계 경제 불확실성의 증가 및 다양한 사회문제 발생으로 새로운 성장 모멘텀 및 삶의 질 향상을 위한 과학기술의 역할의 중요성이 증대되고 있는 상황**

○ 미-중 무역분쟁, 브렉시트, 홍콩 시위 등 다양한 정치·경제적 이슈로 세계 경제 불확실성이 증가하고 있어 각 국은 연구개발 통한 추가 성장 동력 확보를 위해 노력 중

- 다양한 4차 산업혁명 기술을 활용한 스마트, 친환경 기술이 메가트랜드로 대두되면서 세계 각 국은 관련 기술개발을 통해 산업구조 개편 등을 추진 중

○ 기술의 융·복합 가속, 기술개발 복잡성의 증가 등 연구개발 여건의 변화로 체계적인 연구개발 계획을 수립하기 어려워짐에 따라 관련 기초자료의 중요성도 증대

- 자원의 효율적 활용 위한 중장기 투자전략 수립과 기술개발 우선순위 설정 등을 위해서는 우리나라의 국토교통 분야 현재 기술수준을 체계적으로 진단할 필요

□ **국토교통과학기술육성법이 제정됨에 따라 국토교통분야의 기술수준 및 개발 동향을 주기적으로 조사·분석 수행 필요성 대두**

○ 국토교통분야에 대한 기술수준조사는 '13년부터 추진되었으나 '17년 국토교통과학기술육성법이 제정됨에 따라 '19년 조사부터 관련 법적 근거를 기반으로 추진

- '13년 및 '15년은 「국토교통 연구개발사업 관리지침」에 의거하여 추진되었으며 '13년은 99개 소분류, '17년은 113개 소분류에 대해 실시

【참고】 기술수준조사 추진 근거

- 국토교통과학기술육성법 제14조 ② 국토교통부장관은 국토교통과학기술에 관한 국제적 개발동향·투자방향 및 기술수준 등을 주기적으로 조사·분석하여 기술개발과 관련된 정책에 반영하여야 한다.

□ **지속적인 기술수준 및 동향 분석을 통해 국토교통분야 기술수준을 점검하고 선진국과의 기술격차를 심층 분석하여 국토교통분야 기술기획 등에 반영 필요**

○ 중장기 투자전략 수립과 기술개발 우선순위 선정을 위해서는 현재 국내 국토교통 분야 기술수준을 체계적으로 진단할 필요

○ 국토교통과학기술 대한 효율적 투자 위해서는 기술수준 및 경쟁력에 대한 정확한 정보 확보가 필요하며 이를 통한 투자전략 및 중장기 계획 수립시 당위성 확보가 가능

2. 수행범위

2.1 기술분류체계 도출

○ 기존 기술분류체계('13년, '15년)의 전개 기준 및 관련 문헌, 국가연구개발사업 투자 방향, 국가과학기술표준분류체계 등 국토교통 관련 기술분류체계를 검토

- 국토교통 관련 국내외 기술분류체계, 국가연구개발사업 분류체계, 국가과학기술표준분류체계 등을 검토하여 '13년, '15년 기술분류체계와의 비교 분석을 수행

○ 부처간 업역 조정, 기존 분류체계의 한계 등을 개선하기 위해 전문가 검토 및 문헌 검토를 통해 국토교통분야 기술분류를 새롭게 도출

- 정부조직법 개정('18.06)에 따라 물관리 관련 기술이 국토부에서 환경부로 이관됨에 따라 기존 기술분류 중 "수자원" 분야를 제외

- 수자원 기술 중 건설기술과 관련된 수공구조물 및 수처리, 해수담수 플랜트는 각각 시설물과 플랜트에 포함하여 관련 기술수준 및 동향 조사를 수행

- 기술 간 범위 및 위계, 중복 및 누락, 하위분류에 대한 포괄성 등을 고려하여 6대 전개 원칙을 설정하고 조사·분석 수행이 가능하도록 기술별 특성을 고려하여 도출

- '15년 조사시 설정했던 분류 중 "목적 및 목표 부합성"은 도출된 기술분류의 활용성을 높이기 위해 기준에서 제외하고 "수용성"을 추가하여 최신 기술 수용 여부를 반영

- "논리 및 연관구조"는 국가과학기술표준분류에서 적용 기준으로 활용되는 "독립성" 으로 대체하여 기술간 차별성을 명확히 반영하도록 설정

- 중분류 단위에서 목적물에 의한 분류를 최대한 지양하고 해당 대분류를 구성하는 시스템 기술로 분류를 명확화
  - 일부 대분류의 경우, 시스템 기술 분류가 불가능하여 목적물을 기준으로 분류(시설물, 플랜트)

〈표 1.3〉 '19년 국토교통 분야 기술분류체계 전개 기준

기준	의미
① 포괄성	하위분류의 기술의 개념을 상위 분류가 포괄하는지의 여부
② 기술 범위의 적정성	동일 수준 분류 간 기술의 범위 및 크기의 유사 여부
③ 중복성	동일 수준 분류 간의 중복 여부
④ 기술명의 대표성	기술명칭이 해당 기술군을 대표하는지의 여부
⑤ 수용성	최근 이슈화되고 있는 분야 및 융복합 분야의 수용가능 여부
⑥ 독립성	분리기준에 따른 적용 분야나 연구영역이 명확하고 기존 분야와 차별성이 있어 독립된 분야로서의 존재 가치 여부

○ 설정된 기술분류 전개기준에 따라 국토교통 관련 8개 대분류, 26개 중분류, 93개 소분류를 대상으로 기술수준 및 경쟁력을 분석

〈표 1.4〉 '19년 국토교통분야 기술분류체계

대분류	중분류	소분류
A.건축	· 사람, 물품, 설비를 안전하고 효율적으로 수용하기 위한 건축물에 관련된 기술로서 설계/시공, 성능향상 기술을 포함	
	A1.설계/시공	A11.계획/설계 / A12.구조/시공 / A13.재료/자재 / A14.환경/설비
	A2.성능향상	A21.유지관리 / A22.에너지성능 / A23.친환경 / A24.정보화
B.도시·공간	· 도시를 구성하는 물리적 공간요소와 이를 계획 및 관리하는 기술과 국토 전반에 걸친 각종 국토정보를 취득, 관리, 활용하는 시스템 기술로서 도시, 공간정보를 포함	
	B1.도시	B11.도시계획/설계 / B12.도시재생 / B13.도시관리
	B2.공간정보	B21.공간정보 취득 / B22.공간정보 관리 / B23.공간정보 활용
C.시설물	· 교량, 터널, 사면, 항만 등 사회기반시설을 경제적·안정적으로 설계·시공하고 유지관리를 통해 성능을 유지시키기 위한 제반기술로서 교량, 터널/지하공간, 비탈면/지반/기초, 해양구조물, 특수구조물, 수공구조물을 포함	
	C1.교량	C11.강구조/합성구조 교량 / C12.콘크리트 교량 / C13.신소재 복합재료 교량 / C14.케이블 교량
	C2.터널/지하공간	C21.육상 / C22.침매/부유식 / C23.해저/대심도 / C24.지하대공간
	C3.비탈면/지반/기초	C31.비탈면 보호/보강/유지관리 / C32.지반조사/개량 / C33.육상/해상 기초
	C4.해양구조물	C41.준설/매립 / C42.항만/해안 구조물 / C43.인공섬 / C44.수중구조물
	C5.특수구조물	C51.고압/극저온 구조물 / C52.방호/방폭 구조물 / C53.우주 구조물
	C6.수공구조물	C61.댐 / C62.하천시설
D.플랜트	· 발전소나 정유공장과 같은 기계와 장치를 설치하여 생산자가 목적으로 하는 원료 또는 중간재, 최종 제품을 제조할 수 있는 생산설비의 설계·시공·운영·유지관리 기술로서 발전플랜트, 자원개발플랜트, 신재생에너지플랜트, 환경플랜트를 포함	
	D1.발전플랜트	D11.화력발전 / D12.수력발전 / D13.원자력발전
	D2.자원개발플랜트	D21.합성가스/ D22.오일샌드/셰일가스추출 / D23.극한지역자원개발 D24.자원이송 / D25.천연가스
	D3.신재생에너지플랜트	D31.풍력 / D32.해양 / D33.바이오 / D34.폐기물 / D35.태양 / D36.지열 / D37.수소생산/인프라
	D4.환경플랜트	D41.해수담수화 / D42.수처리 / D43.대기오염방지 / D44.이산화탄소 저감
E.도로교통	· 도로를 이용하는 여객이나 화물의 이동을 위한 기술로서 자동차, 도로교통 인프라, 도로교통 관리 기술을 포함	
	E1.자동차	E11.자동차 안전 향상 / E12.친환경 자동차 / E13.IT융합 자동차 / E14.자동차 정비/개조/부품
	E2.도로교통 인프라	E21.도로 설계/시공/유지관리 / E22.도로 안전/운영시설 / E23.IT융합 도로인프라
	E3.도로교통 관리	E31.교통 계획/운영 / E32.교통 안전/편의 / E33.교통 환경

대분류	중분류	소분류
F.철도교통	· 전용용지에 토공, 교량, 터널 등으로 구성되는 노반을 조성한 후에 궤도를 부설하고 그 위를 기계적, 전기적, 기타 동력으로 차량을 운행하여 일시에 대량의 여객과 화물을 수송하기 위한 기술로서 철도차량, 철도교통 인프라, 철도교통 관리 기술을 포함	
	F1.철도차량	F11.일반철도 차량 / F12.고속철도 차량 / F13.도시철도 차량 / F14.철도차량 정비/개조/부품
	F2.철도교통 인프라	F21.노반/궤도 / F22.역사 / F23.전철/전력 / F24.신호/통신
	F3.철도교통 관리	F31.철도교통 계획/운영 / F32.철도교통 안전/편의 / F33.철도교통 환경 / F34.철도교통시스템 유지관리
G.항공교통	· 항공기를 통해 이루어지는 수송교통을 의미하며 항공교통기술은 항공교통시스템을 구성하는 요소기술로 항공기, 항공교통 인프라, 항공교통 관리 기술을 포함	
	G1.항공기	G11.고정익기 설계/제작/인증 / G12.회전익기 설계/제작/인증 / G13.무인기 설계/제작/인증 / G14.항공기 정비/개조/부품
	G2.항공교통 인프라	G21.공항시설 / G22.항행안전시설
	G3.항공교통 관리	G31.항행(CNS/ATM) / G32.항공운항안전 / G33.항공교통시스템 유지관리
H.물류	· 수송시스템의 효율화 및 단절 없는 물류 교통체계 구축을 위한 운송, 물류인프라, 물류관리 기술을 포함	
	H1.운송	H11.대량운송 / H12.연계운송 / H13.배송
	H2.물류인프라	H21.보관 / H22.하역 / H23.포장
	H3.물류관리	H31.물류 정보화 / H32.물류표준화 / H33.물류 보안/안전

2.2 국토교통 기술수준 및 기술경쟁력 분석

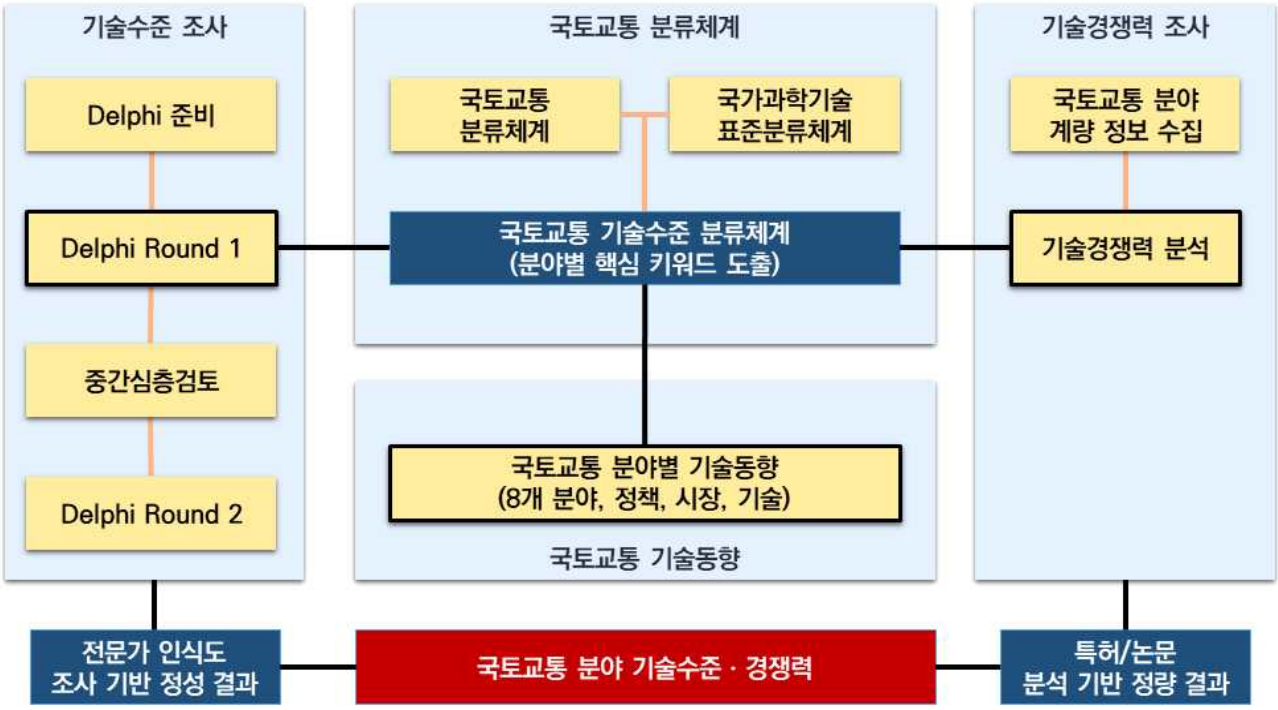
❍ 동 조사는 국가별 기술수준을 판단하는 데에 객관적인 참고가 될 수 있도록 계량정보(특허/논문)를 통한 기술경쟁력 분석을 병행

❍ 다양한 참고자료를 조사대상자에게 제공하여 보다 객관적으로 '19년도에 변화된 기술수준 및 기술격차를 평가하도록 유도

- '15년 조사결과 및 '19년 특허/논문 분석자료, KISTEP "2018년 기술수준 평가" 등 조사대상자에게 다양한 참고 자료를 제공하여 응답 편의성을 향상

❍ 델파이 1round 이후 단순 결과 취합 후 2round 조사를 추진했던 방식을 개선하여 1round 조사 이후 해당 결과에 대한 전문가 심층 검토를 통해 조사결과 질적 개선

- 1round 조사 결과에 대해 전문가 위원회(총 18인) 검토를 수행하고 해당 의견을 2round 조사시 조사대상자에게 참고자료로 제공하여 응답의 신뢰도를 향상



[그림 1.1] 국토교통 분야 기술수준 분석 프레임워크(안)

(1) 기술수준조사

□ **'19년 국토교통 분야 기술수준조사는 2라운드 미니델파이 방법론을 적용**

○ 원자료(raw data)의 특성을 반영하여 결과를 도출하기 위해 데이터 표준화는 마지막 단계에 수행하는 형태로 중분류, 대분류, 국토교통 분야의 기술수준 및 격차 계산

- (소분류 기술 분야) 극단적인 값에 의한 영향을 줄이기 위해 델파이 결과의 중앙값(median)을 해당 기술의 수준으로 선택
- (대분류 및 국토교통 분야) 모든 소분류 기술 분야의 수준 데이터가 분포한 중심의 위치를 찾기 위해 산술평균으로 계산

□ **'19년 국토교통 분야 기술수준조사 평가항목은 기술수준 측정지표(3개 항목), 전략적 중요도 지표(4개 항목), 기술수명주기(1개 항목), 기술격차 발생원인(1개 항목)으로 총 9개 항목 설정**

○ 기술수준 측정지표는 '15년과 동일하게 7개 국가(우리나라, 미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스)에 대한 최고기술국, 상대적 기술수준, 기술격차 기간으로 구성

○ 전략적 중요도 지표는 R&D 전략수립 및 우선순위 설정을 위한 평가자의 이해도를 높이기 위해 평가항목 명을 수정

- 전략적 중요도에 대한 직관적인 평가를 위해 점수 척도보다는 '매우 낮음', '낮음', '보통', '높음', '매우 높음'으로 평가할 수 있도록 변경

○ 기술수명주기는 최고기술국과 우리나라의 기술발전단계를 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기로 구분하여 평가

〈표 1.5〉 국토교통 기술수준조사 평가항목

<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 내용</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>조사 대상국</td><td>- 우리나라, 미국, 일본, 중국, 독일, 영국, 프랑스</td><td></td></tr>
<tr><td>기술수준
측정지표</td><td>- 상대수준(%), 격차기간(년)
<table>
<tr><th>평가항목</th><th>조직적 정의</th><th>평가척도</th></tr>
<tr><td>최고기술국</td><td>· 7개 조사 대상국 중 선택
(기타 국가는 주관식 기재)</td><td>선택</td></tr>
<tr><td>상대수준</td><td>· '19년 주요국의 상대적 기술수준
(최고 기술수준: 100%)</td><td>0~100%</td></tr>
<tr><td>격차기간</td><td>· '19년 주요국의 기술격차기간
(최고 기술수준: 0년)</td><td>년</td></tr>
</table></td><td>전문가 인식도 및
계량(특허/논문)
정보를 기반으로 측정</td></tr>
<tr><td>전략적
중요도</td><td>- 기술적 중요도, 기술확보 시급성, 사회경제적 파급효과, 정부지원 필요성
<table>
<tr><th>평가항목</th><th>조직적 정의</th><th>평가척도</th></tr>
<tr><td>기술적
중요도</td><td>· 타 기술과의 연계성이 높고, 연관 기술의 개발 및 활용의 기반이 되는 정도</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>기술확보
시급성</td><td>· 해당기술이 적정 수준을 구현해야 하는 시기</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>사회경제적
파급효과</td><td>· 해당 기술이 타 요소기술 개발에 미치는 영향</td><td>5점 척도</td></tr>
<tr><td>정부지원
필요성</td><td>· 해당기술 개발/육성에 정부가 지원해야 하는 정도</td><td>5점 척도</td></tr>
</table></td><td>R&D 전략수립 및
우선순위 설정에 활용</td></tr>
<tr><td>기술수명
주기</td><td>- 최고기술국과 우리나라의 기술발전단계
· 4단계 구분: 도입기 - 성장기 - 성숙기 - 쇠퇴기</td><td rowspan="2">R&D 전략수립에 활용</td></tr>
<tr><td>기술격차
발생원인</td><td>- 최고기술선진국과의 기술격차 발생원인(복수선택)
· 인프라(장비/설비) 부족, 인력부족, R&D투자부족, 중소기업 지원부족, 기초연구지원부족, 법제도정비 필요, 사업화지원 부족, 기타(주관식)</td></tr>
</table>

□ **2라운드 델파이 조사응답자수는 968명으로 주요 7개국의 93개 소분류별 기술수준 및 격차를 평가하고 전략적 중요도, 기술수명 주기, 기술격차 발생원인 제시**

○ 2차 델파이 조사 응답자는 968명 중 건축(25.4%, 246명) 분야의 응답이 가장 많았으며 도로교통(16.3%, 158명), 시설물(15.3%, 148명), 플랜트(11.6%, 112명), 도시·공간(11.3%, 109명) 순

□ **소분류 기술분야별 응답수가 적은 분야에 대해서는 델파이 결과 검토위원회를 통해서 전문가 합의에 따른 결과를 도출**

○ 델파이 결과 검토위원회를 개최하여 응답자가 극소한 분야(특수구조물, 화력발전, 원자력발전, 포장)의 기술수준조사 결과에 동의

※ 응답수가 적은 분야도 당초계획의 응답목표 5명을 초과한 것으로 조사목표는 달성

- '하역' 분야는 '15년 이후 국토교통 R&D를 통해 꾸준히 투자하고 있는 분야로 기술수준이 하락한 것에 합의가 이루어지지 않아 재조사를 통해 기술수준 및 격차 재평가

〈표 1.6〉 델파이 조사 응답자 현황

기술수준조사 응답자 수(응답분포)			
건축	246명(25.4%)	도로교통	158명(16.3%)
도시·공간	109명(11.3%)	철도교통	94명(9.7%)
시설물	148명(15.3%)	항공교통	71명(7.3%)
플랜트	112명(11.6%)	물류	30명(3.1%)
합계			968명

(2) 기술경쟁력 분석

□ **93개 소분류 기술에 대하여 우리나라, 일본, 미국, 유럽, 중국의 5개국 특허청에 '08년 1월 1일 이후 출원된 공개, 공고/등록된 특허 중 7개국(우리나라, 일본, 미국, 중국, 독일, 영국, 프랑스) 출원인 국적을 분석**

○ 사용 DB는 WIPS 특허검색시스템을 이용하여 소분류별, 출원인 국적별 특허정보를 수집하고, 유효특허를 대상으로 특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허영향력의 4개 항목을 분석

- '18년 12월 31일까지 공개, 공고/등록된 특허를 포함하나 최근 2년간의 특허는 비공개 상태로 시계열 분석 시 '18년 특허기술경쟁력은 큰 폭으로 하락

□ **SCOPUS DB를 활용하여 국토교통 관련 93개 소분류 기술에 대하여 '07년 1월 1일 이후 게재된 논문 중 우리나라, 일본, 미국, 중국, 독일, 프랑스, 영국 국적의 논문을 분석**

○ 소분류별, 국가별 논문정보를 수집하고, 유효논문을 대상으로 논문활동도, 논문집중도, 논문영향력의 3개 항목을 분석·평가

〈표 1.7〉 '19년 국토교통 분야 특허/논문 조사방법

구분		내용
기술		국토교통 분야별 기술(대분류 8개, 중분류 26개, 소분류 93개)
국가		우리나라, 미국, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국
DATA	특허	공개, 공고/등록 특허
	논문	SCOUPUS 등재 논문
적용 기간	특허	출원일 기준 최근 11년(`08.1.1 ~ `18.12.31)
	논문	게재일 기준 최근 11년(`08.1.1 ~ `18.12.31)
평가 지표	특허	특허활동도, 특허집중도, 특허시장력, 특허 영향력
	논문	논문활동도, 논문집중도, 논문영향력
활용 DB	특허	WIPS DB(www.wipscorp.com)
	논문	SCOPUS DB(www.scopus.com)

□ 특허기술경쟁력을 분석하기 위하여 양적지표와 질적지표로 구분하여 설정

❍ 양적지표는 특허출원 건수, 특정기술 분야의 출원비율을 나타내는 활동도와 집중도를 지표로 설정하고 질적지표는 패밀리특허수와 피인용 횟수 정보를 포함하는 시장력과 영향력으로 설정

〈표 1.8〉 국토교통 특허기술경쟁력지표

평가지표		내용	산식
양적 지표	특허 활동도	-특허청이 발행한 공개/등록 특허공보 수에 근거하는 절대적 특허출원 수	$특허활동도_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$
		-P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가 수	
	특허 집중도	-해당국가가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 어떠한 기술분야에 혁신활동을 집중하고 있는가에 대한 정보 제공 (특허집중도: 특정 국가가 전체 특허건수를 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율을 의미하며 일반적으로 1보다 큰 경우 특허집중도가 높음을 의미) ※ 주의: 상대적인 비율을 나타내기 때문에 집중도 값이 크다고 하여 특허출원건수가 많다는 것을 의미하는 것은 아님	$특허집중도_{ij} = \frac{\left(P_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{mt} P_{ij} / \sum_{i=1}^{mt}\sum_{j=1}^{nt} P_{ij}\right)}$
		-P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가수, mt는 전체 기술 수	

질적 지표	특허 시장력	-특정 국가의 해당 기술분야에서 출원된 특허 중 패밀리특허수가 차지하는 비중을 측정하는 지표로서, 특허시장력이 높을수록 출원된 특허 당 패밀리특허가 많다는 것을 의미 (패밀리특허: 동일한 내용의 특허를 2개 이상의 국가에 출원하는 것을 의미)	$특허시장력_{ij} = \frac{(FP_{ij}/P_{ij})}{\left(\sum_{j=1}^{nt} FP_{ij}/\sum_{j=1}^{nt} P_{ij}\right)}$
		-FP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 패밀리특허국가수 -P_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허출원 수, nt는 전체 국가 수	
	특허 영향력	-특정 국가의 해당 기술분야에서 등록된 특허 중 특허 당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 특허영향력이 높을수록 등록된 특허 당 피인용 횟수가 많다는 것을 의미 (피인용 횟수가 많은 특허는 원천기술에 가까워 향후 해당 특허를 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심특허로 볼 수 있음)	$특허영향력_{ij} = \frac{(CP_{ij}/RP_{ij})}{\left(\sum_{j=1}^{nt} CP_{ij}/\sum_{j=1}^{nt} RP_{ij}\right)}$
		-CP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 특허 피인용 수 -RP_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 등록 특허수, nt는 전체 국가 수	

□ **논문기술경쟁력을 분석하기 위하여 양적지표와 질적지표로 구분하여 설정**

○ 양적지표는 논문게재 건수, 특정기술 분야의 게재비율을 나타내는 활동도와 집중도를 지표로 설정하고 질적지표는 피인용 횟수 정보를 포함하는 영향력으로 설정

〈표 1.9〉 국토교통 논문기술경쟁력지표

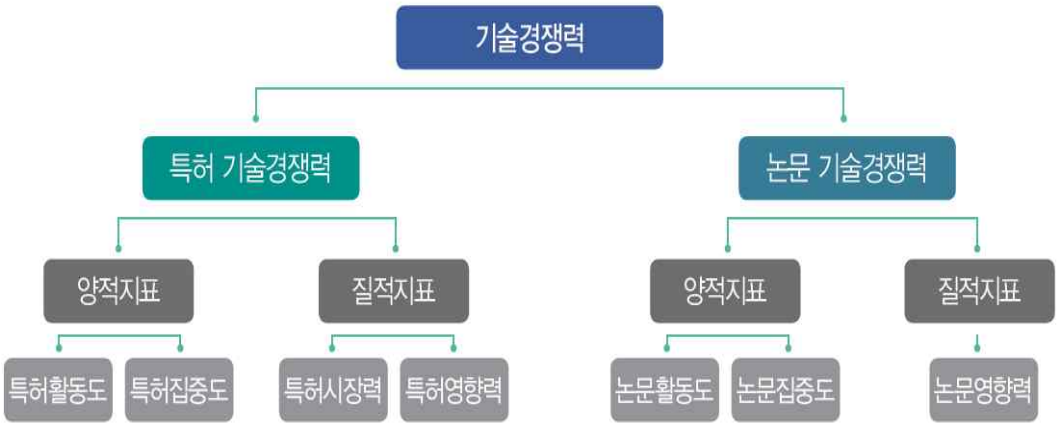
평가지표		내용	산식
양적 지표	논문 활동도	-논문 게재 건수	$논문활동도_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} T_{ij}}$
		-T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문수, nt는 전체 국가 수	
	논문 집중도	-해당국가가 다른 국가와 비교하여 상대적으로 어떠한 기술분야에 혁신활동을 집중하고 잇는가에 대한 정보 제공 (논문집중도: 특정 국가가 전체 논문 건수를 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율을 의미하며 일반적으로 1보다 큰 경우 논문집중도가 높음을 의미) ※ 주의: 상대적인 비율을 나타내기 때문에 집중도 값이 크다고 하여 논문게재건수가 많다는 것을 의미하는 것은 아님	$논문집중도_{ij} = \frac{\left(T_{ij}/\sum_{j=1}^{nt} T_{ij}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{mt} T_{ij}/\sum_{i=1}^{mt}\sum_{j=1}^{nt} T_{ij}\right)}$
		-T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문수, nt는 전체 국가수, mt는 전체 기술 수	

질적 지표	논문 영향력	-특정 국가의 해당 기술분야에서 게재된 논문 중 논문 당 피인용 횟수를 측정하는 지표로서, 논문영향력이 높을수록 게재된 논문 당 피인용 횟수가 많다는 것을 의미 (피인용 횟수가 많은 논문은 원천기술에 가까워 향후 해당 논문을 기반으로 많은 응용이 예상되는 핵심논문으로 볼 수 있음)	$논문영향력_{ij} = \frac{(CT_{ij}/T_{ij})}{\left(\sum_{j=1}^{nt} CT_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} T_{ij}\right)}$
		-CT_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문 피인용수 -T_{ij}는 i기술에 대한 j국가의 논문수, nt는 전체 국가 수	

□ **국토교통 기술경쟁력은 특허기술경쟁력과 논문기술경쟁력으로 구성되며 각 지표별 가중치는 지표별 쌍대비교 조사 후 AHP분석을 통해 산출**

❍ AHP를 통한 가중치 재설정 시, 기초지표간 상관도에 대해 제시하여 상관도를 고려한 쌍대비교 평가가 이루어지도록 유도

- 기술분야별로 특허출원, 논문게재, 피인용수 등 차이가 발생하는 것을 고려하여 기술분야별 지표별 가중치를 달리 적용



[그림 1.2] 기술경쟁력 산출을 위한 기초지표 계층화 구조

❍ 세부지표별 가중치는 8개 대분류* 분과위원회를 대상으로 조사한 후, 응답결과를 대상으로 AHP 분석을 수행하여 산출

* 수자원은 물관리 일원화 정책에 따라 환경부로 이관되어 국토교통 대분류에서 제외

- '19년 10월 15일~18일 8개 대분류별 전문가 28명을 대상으로 지표별 쌍대비교 설문을 수행

- 세부지표별 가중치는 8개 대분류별 기술특성을 고려하여 대분류별로 AHP 분석을 통해 산출

〈표 1.10〉 기술경쟁력 지표 가중치 조사 개요

구분	내용
조사기간	'19년 10월 15일~18일
조사대상	대분류별 분과위원회(총 28명)
조사내용	각 분야별 지표에 대한 쌍대비교(7점 척도) - 특허기술경쟁력 ↔ 논문기술경쟁력 - 특허양적지표 ↔ 특허질적지표 - 논문양적지표 ↔ 논문질적지표 - 특허활동도 ↔ 특허집중도 - 특허시장력 ↔ 특허영향력 - 논문활동도 ↔ 논문집중도

□ **분야별 기술특성에 따라 세부지표의 가중치는 다르게 나타나나 논문보다는 특허의 가중치가 높으며 지표의 경우, 양적지표보다는 질적지표의 가중치가 높게 도출**

❍ 국토공간 분야를 제외하고 나머지 7개 대분류는 논문기술경쟁력보다 특허기술경쟁력의 가중치가 높게 조사되었으며 세부지표는 특허와 논문의 질적지표가 더 높게 도출

- 특허의 경우, 8개 대분류 모두 질적지표가 양적지표보다 더 중요하다고 판단하고 있으며, 세부지표는 분야마다 상이하게 판단

- 논문의 경우, 시설물 분야를 제외하고 질적지표가 양적지표보다 더 중요하다고 판단하고 있으며, 양적지표 중에는 논문집중도가 더 중요하다고 판단

〈표 1.11〉 분야별 세부지표 가중치

구분	건축	도시·공간	시설물	플랜트	도로교통	철도교통	항공교통	물류
특허 기술경쟁력	0.670	0.500	0.631	0.825	0.586	0.558	0.701	0.857
논문 기술경쟁력	0.330	0.500	0.369	0.175	0.414	0.442	0.299	0.143
특허 양적지표	0.167	0.225	0.188	0.214	0.337	0.386	0.425	0.200
특허 질적지표	0.833	0.775	0.812	0.786	0.663	0.614	0.575	0.800
특허 활동도	0.631	0.532	0.409	0.489	0.599	0.424	0.514	0.528
특허 집중도	0.369	0.468	0.591	0.511	0.401	0.576	0.486	0.472
특허 시장력	0.409	0.489	0.515	0.500	0.432	0.631	0.679	0.170
특허 영향력	0.591	0.511	0.485	0.500	0.568	0.369	0.321	0.830
논문 양적지표	0.201	0.201	0.542	0.230	0.288	0.401	0.299	0.224
논문 질적지표	0.799	0.799	0.458	0.770	0.712	0.599	0.701	0.776
논문 활동도	0.306	0.321	0.369	0.337	0.543	0.662	0.439	0.564
논문 집중도	0.694	0.679	0.631	0.663	0.457	0.338	0.561	0.436

□ **기술경쟁력은 특허기술경쟁력과 논문기술경쟁력의 합으로 계산하며, 각 지표들에 가중치를 적용하여 기술경쟁력을 산출**

❍ 기술경쟁력 = a × 특허기술경쟁력 + b × 논문기술경쟁력

- 특허기술경쟁력 = c × 특허양적지표 + d × 특허질적지표
  - · 특허양적지표 = e × 특허활동도 + f × 특허집중도
  - · 특허질적지표 = g × 특허시장력 + h × 특허영향력
- 논문기술경쟁력 = i × 논문양적지표 + j × 논문질적지표
  - · 논문양적지표 = k × 논문활동도 + l × 논문집중도

(a, b, c, d, e, f, g, h, I, j, k, l은 해당 지표에 대한 가중치)

제2장 총괄 기술수준 분석

1. ’15년 대비 ’19년 국토교통 분야 기술수준 및 격차 분석

□ ’19년 국토교통 분야 세계 최고 기술수준 보유국인 미국의 기술수준을 100%, 기술격차를 0년으로 했을 때, 우리나라는 80.7%, 기술격차는 4.3년으로 조사

○ 우리나라와 중국을 제외한 국가들의 기술수준은 미국 대비 소폭 감소하였으며, ’19년 우리나라 기술수준은 1.9%p 상승하여 ’13년 이후 최초로 80% 이상 기술수준 도달

- 미국의 국토교통 분야 기술수준은 ’13년 최초 조사 이후 지속적으로 최고 기술수준 보유국 지위를 유지하고 있으며 중국의 기술수준이 가장 큰 폭으로 증가

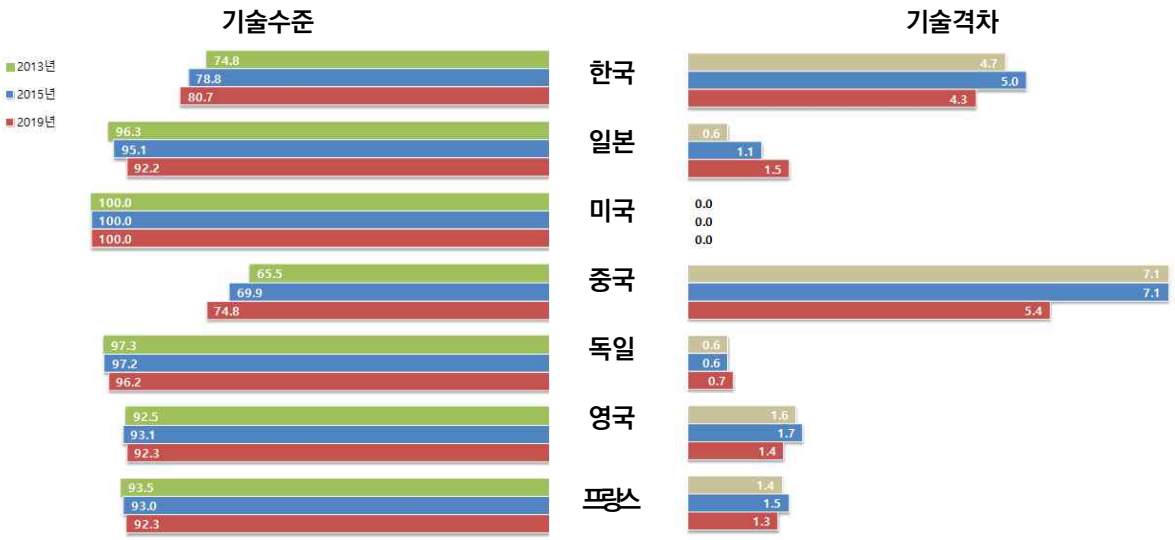
○ 일본과 독일을 제외한 국가들의 미국 대비 기술격차는 좁아지고 있으며, 중국과 우리나라의 기술격차는 1.1년으로 기술격차가 좁혀지고 있는 상황

- 일본은 원전사고, 인구 고령화 등으로 전반적인 국토교통 분야 기술수준이 침체되고 있으며 유럽 국가들도 성장한계 및 경기침체로 기술수준이 정체

○ 우리나라는 국토교통분야에 대한 지속적인 연구개발 투자로 인해 건축, 도로교통 분야를 제외한 모든 분야의 기술수준이 ’15년 대비 상승하고 있는 상황

- 건축분야 기술수준은 78.2%(’15년)에서 76.2%(’19년)으로 2.0%p 감소하였으며, 도로교통분야 기술수준은 83.1%(’15년)에서 82.4%(’19년)으로 0.7%p 감소

- 철도교통분야 기술수준 증가폭(83.1% → 87.7%, 4.6%p)은 8개 분야 중 최대로 지속적인 투자가 기술수준 증가의 주요 원인으로 분석



[그림 2.1] 국토교통 분야 기술수준

□ **국토 분야 세계 최고 기술수준 보유국인 미국의 기술수준을 100%, 기술격차를 0년으로 하였을 때, 우리나라는 평균 77.7%, 기술격차는 4.9년으로 조사**

○ 일본을 제외한 국가들의 기술격차는 미국 대비 소폭 감소되는 것으로 나타났으며, '19년 우리나라의 국토분야 기술수준은 '15년 대비 1.4%p 상승, 기술격차는 1.0년 단축

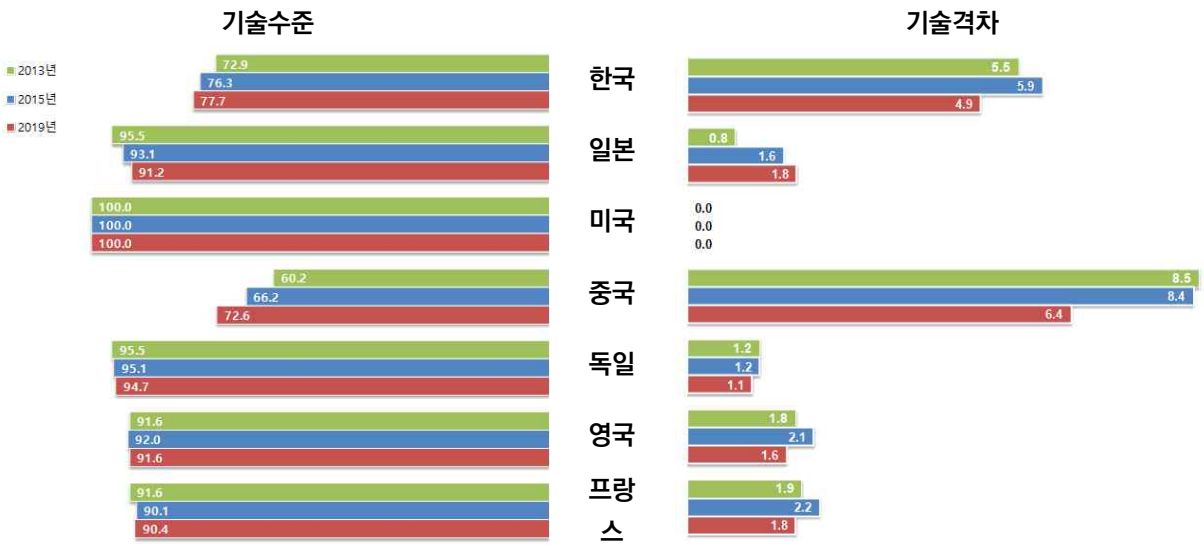
○ '19년 우리나라의 기술수준은 건축 분야를 제외한 모든 분야의 기술수준이 상승

- 건축 분야의 경우 기존의 목적물 중심의 소분류에서 생애주기 중심의 소분류로 변경함에 따라 우리나라의 설계, 재료/자재, 환경/설비 분야의 기술수준은 평균 71.7%로 '15년 국토분야의 기술수준보다 낮은 것으로 평가

○ 중분류 단위에서 기술격차가 가장 확대된 것으로 나타난 분야는 환경 플랜트 분야로 '15년(3.8년) 대비 0.3년 상승한 4.1년으로 평가

- 환경 플랜트 내 소분류 기술분야는 수처리('15년과 동일)를 제외하고 모두 기술격차가 확대되었으며 해수담수화 플랜트 분야의 기술격차는 '15년(2.4년) 대비 0.6년 상승한 3.0년으로 평가되어 가장 큰 폭으로 확대

- 우리나라도 지속적인 연구개발 투자로 환경플랜트 분야의 기술수준이 향상되었으나 최고 선진국의 기술향상 속도가 빠른 관계로 기술격차가 확대



[그림 2.2] 국토분야 기술수준

□ **교통 분야 세계 최고 기술수준 보유국인 미국의 기술수준을 100%, 기술격차를 0년으로 하였을 때, 우리나라는 평균 83.6%, 기술격차는 3.6년으로 조사**

○ ’19년 우리나라의 교통분야 기술수준은 ’15년 대비 1.7% 상승하였고 기술격차는 0.4년 축소되었으며 일본 및 유럽 국가와 미국의 기술수준 차이는 소폭 증가

- 지속적인 연구개발 교통분야의 기술수준·기술격차가 유지된 것은 첨단 교통수단(자율주행차, PAV, 무인기) 개발, 세계적인 교통량 증가에 따른 데이터 기반 교통시스템 운영 등 교통분야 기술의 트렌드 변화에 기인

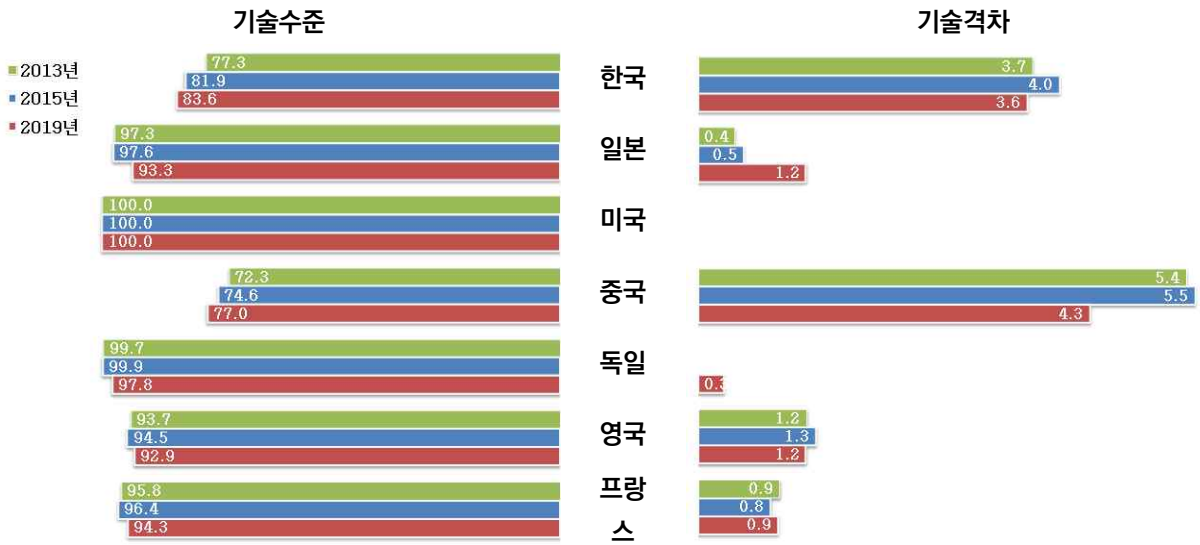
○ 분야별로는 도로교통 분야 소폭 감소, 철도교통·항공교통·물류 분야는 증가

- 도로교통 분야의 경우, 첨단기술인 자동차 정비/개조/부품과 IT융합 도로인프라가 추가되어 해당 기술 수준이 낮아 ’15년 대비 기술수준이 하락한 것으로 분석

- ’19년 기술분류체계를 적용하여 ’15년 조사결과를 재산출한 결과, 기술수준은 80.3%, 기술격차는 4.5년으로 도출되어 ’19년 기술수준 및 격차(82.4%, 3.8년)가 개선된 것으로 조사

○ ’19년 최고선진국 대비 우리나라 기술격차는 항공교통 분야는 정체, 철도교통 및 도로교통, 물류 분야는 소폭 감소된 것으로 조사

- 세계적인 교통량 증가에 따른 교통운영 효율화, 첨단 안전관리 기술 중요성이 부각되면서 항행(CNS/ATM) 및 항행운항안전 기술의 선진국 기술개발이 활발히 추진되면서 기술격차가가 확대



[그림 2.3] 교통 분야 기술수준

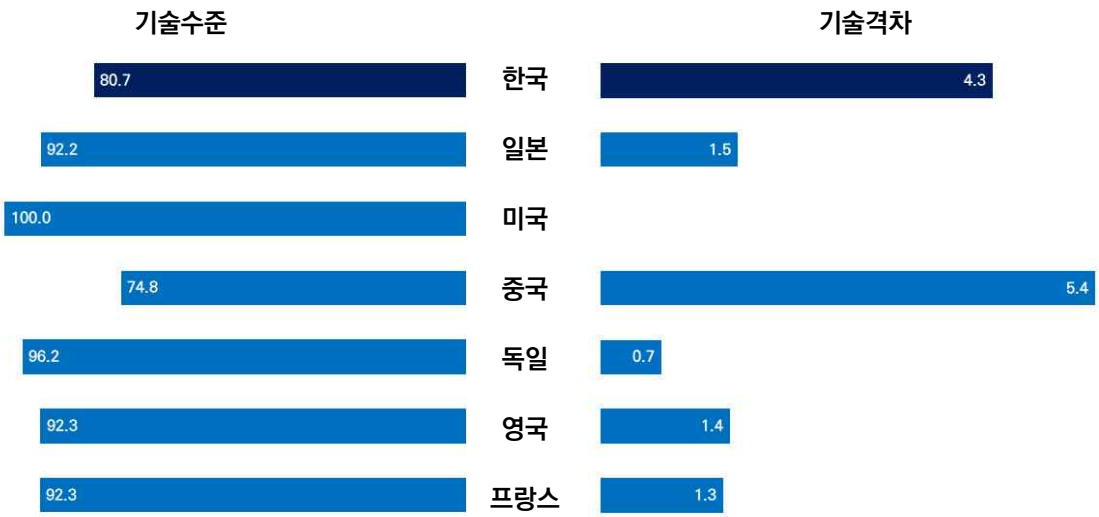
2. 국토교통 분야 기술수준 및 기술경쟁력

□ 우리나라의 국토교통 분야 기술수준과 격차는 미국 대비 80.7%, 4.3년으로 6위로 평가되었으며, 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위로 분석

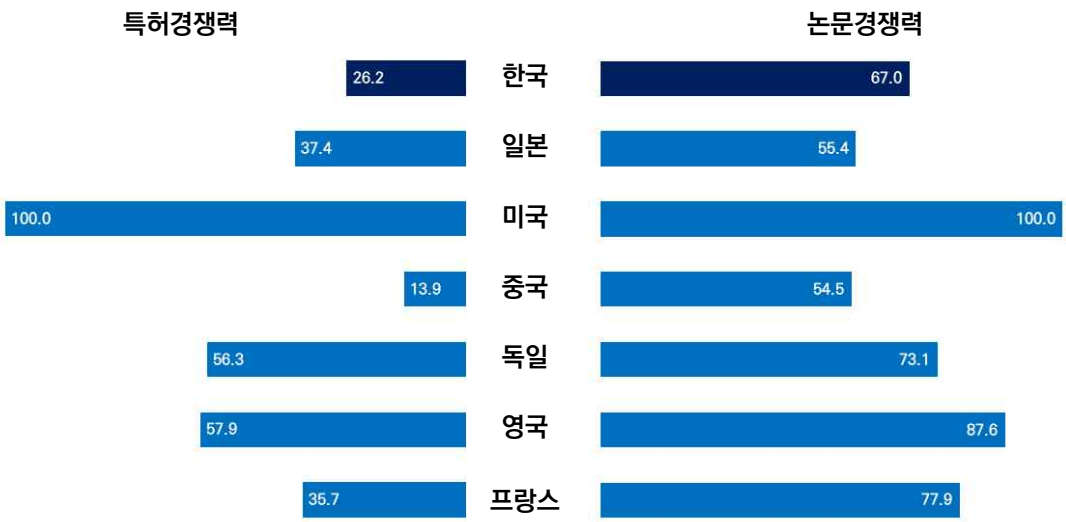
○ 국토교통 분야의 기술수준, 특허경쟁력, 논문경쟁력은 미국이 가장 우수한 것으로 평가

- 독일의 기술수준과 기술격차는 96.2%, 0.7년으로 2위로 평가되었으나 특허경쟁력은 3위, 논문경쟁력은 4위로 평가

- 일본의 기술수준과 기술격차는 92.2%, 1.5년으로 5위로 평가되었으나 논문경쟁력은 우리나라보다 낮은 6위로 평가



[그림 2.4] 국토교통 분야 기술수준 및 기술격차



[그림 2.5] 국토교통 분야 특허경쟁력 및 논문경쟁력

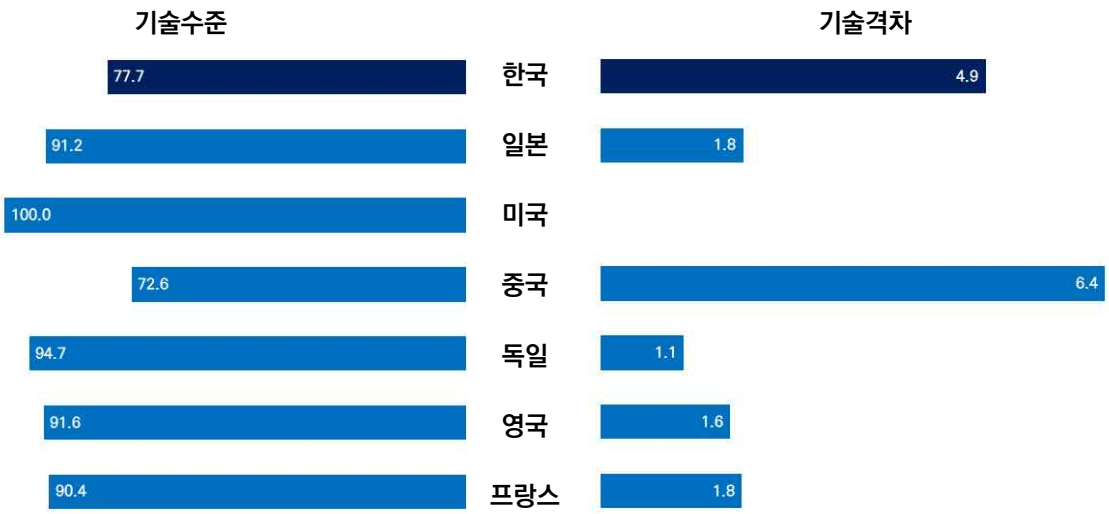
2.1 국토 분야 기술수준 및 기술경쟁력

□ 우리나라의 국토분야 기술수준과 격차는 미국 대비 77.7%, 4.9년으로 6위로 평가되었으며, 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위로 분석

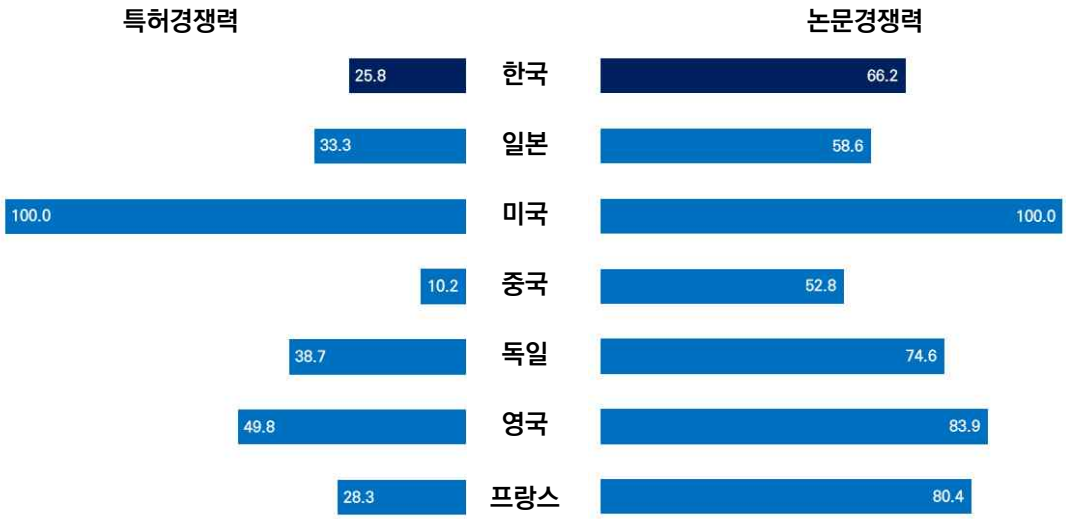
○ 국토분야의 기술수준, 특허경쟁력, 논문경쟁력은 미국이 가장 우수한 것으로 평가

- 독일의 기술수준과 기술격차는 94.7%, 1.1년으로 2위로 평가되었으나 특허경쟁력은 영국보다 낮은 3위, 논문경쟁력은 영국과 프랑스보다 낮은 4위로 평가

- 일본의 기술수준과 기술격차는 91.2%, 1.8년으로 4위로 평가되었으나 논문경쟁력은 프랑스, 우리나라보다 낮은 6위로 평가



[그림 2.6] 국토 분야 기술수준 및 기술격차



[그림 2.7] 국토 분야 특허경쟁력 및 논문경쟁력

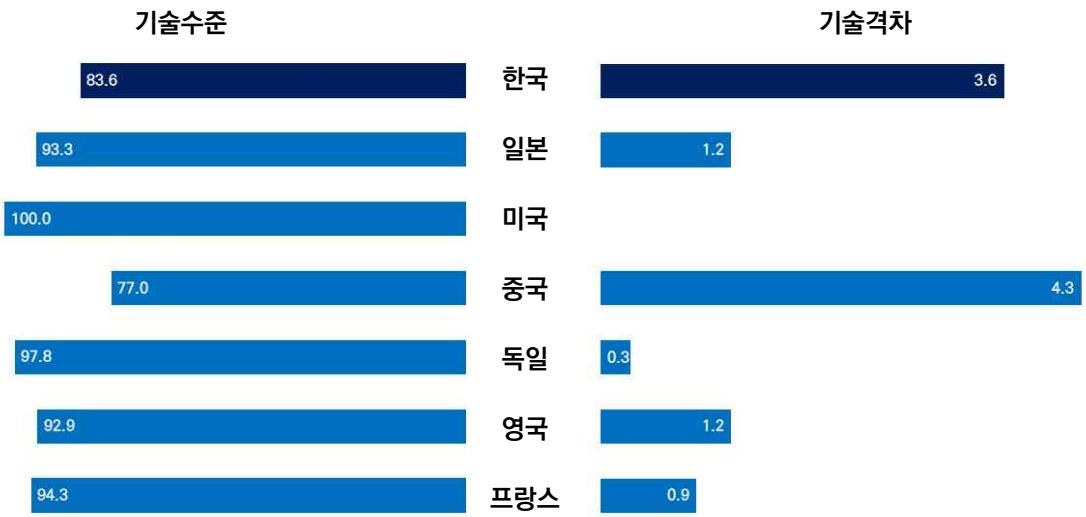
2.2 교통 분야 기술수준 및 기술경쟁력

□ 우리나라의 교통 분야 최고기술국인 미국 대비 기술수준은 83.6%로 6위, 기술격차는 3.6년으로 5위로 평가되었으며, 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위로 분석

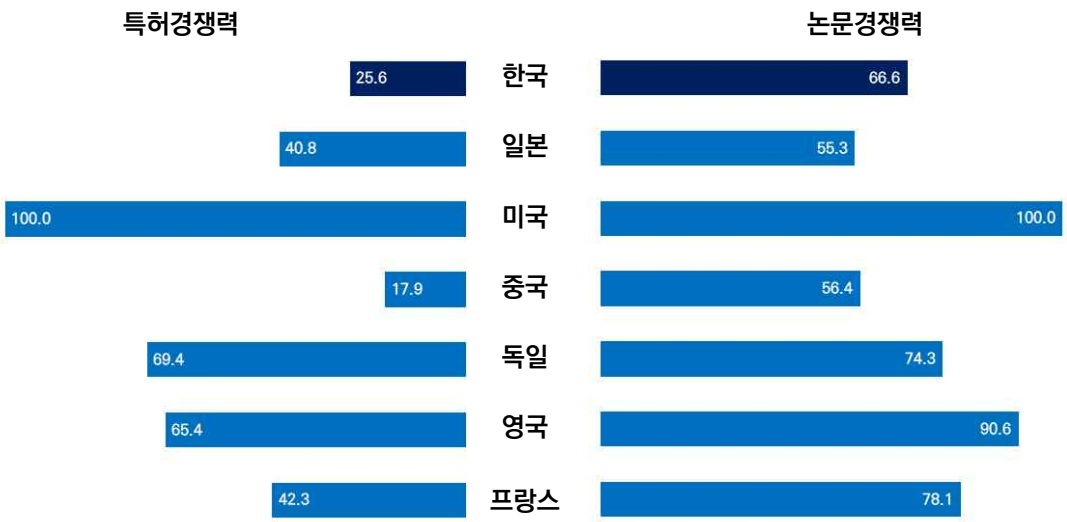
○ 교통 분야의 기술수준, 특허경쟁력, 논문경쟁력은 미국이 가장 우수한 것으로 평가

- 독일의 기술수준과 기술격차는 97.8%, 0.3년으로 2위로 평가되었으나 논문경쟁력은 영국과 프랑스보다 낮은 4위로 평가

- 일본의 기술수준과 기술격차는 93.3%, 1.2년으로 4위로 평가되었으나 특허경쟁력은 프랑스보다 낮은 5위, 논문경쟁력은 7위인 최하위로 평가



[그림 2.8] 교통 분야 기술수준 및 기술격차



[그림 2.9] 교통 분야 특허경쟁력 및 논문경쟁력

3. 분야별 최고기술 보유국

□ 대분류 분야에서 미국이 최고기술국(기술수준, 특허경쟁력, 논문경쟁력)이며, 철도교통 분야에 대해서는 독일의 기술수준이 높은 것으로 조사

○ 일본은 철도교통 분야의 일부 기술에 대한 기술수준이 높은 것으로 평가되었으나 해당 기술의 특허경쟁력과 논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 분석

○ 독일은 도시·공간, 도로교통, 철도교통 분야의 일부 기술에 대한 기술수준이 높은 것으로 평가되었으나 특허경쟁력과 논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 분석

- 도시 분야는 특허경쟁력, 자동차 분야는 논문경쟁력이 상대적으로 높지 않으며 철도차량과 철도교통 인프라 분야는 특허/논문경쟁력이 상대적으로 낮은 것으로 분석

〈표 2.1〉 중분류별 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

대분류	중분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
A.건축	A1.설계/시공			○ □ △				
	A2.성능향상			○ □ △				
B.도시·공간	B1.도시			□		○ △		
	B2.공간정보			○ □		△		
C.시설물	C1.교량			○ △			□	
	C2.터널/지하공간		○	□ △				
	C3.비탈면/지반/기초		○	□				△
	C4.해양구조물			○ □ △				
	C5.특수구조물			○ □ △				
	C6.수공구조물			○ □ △				
D.플랜트	D1.발전플랜트			○ □			△	
	D2.자원개발플랜트			○ □				△
	D3.신재생에너지플랜트			○ □ △				
	D4.환경플랜트			○ □ △				
E.도로교통	E1.자동차			△		○ □		
	E2.도로교통 인프라			○ □ △				
	E3.도로교통 관리			□ △		○		
F.철도교통	F1.철도차량			□ △		○		
	F2.철도교통 인프라			□ △		○		
	F3.철도교통 관리		○	□			△	
G.항공교통	G1.항공기			○ □ △				
	G2.항공교통 인프라			○ □ △				
	G3.항공교통 관리			○ □ △				
H.물류	H1.운송			○ □ △				
	H2.물류인프라			○ □ △				
	H3.물류관리			○ □ △				

□ 건축 분야의 경우 미국이 대부분의 소분류별 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우수

○ 일본의 경우 친환경 분야 논문경쟁력이 우수한 것으로 조사

○ 독일은 친환경 분야에서 기술수준이 높으며, 프랑스는 정보화 분야에서 논문경쟁력이 우수

〈표 2.2〉 건축 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
A1.설계/시공	A11.계획/설계			○ □ △				
	A12.구조/시공			○ □ △				
	A13.재료/자재			○ □ △				
	A14.환경/설비			○ □ △				
A2.성능향상	A21.유지관리			○ □ △				
	A22.에너지성능			○ □ △				
	A23.친환경		△	□		○		
	A24.정보화			○ □				△

□ 도시·공간 분야의 경우 대부분의 소분류에서 미국이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며, 독일이 도시관리 분야에서 기술수준이 우수

○ 독일은 도시관리 분야의 기술수준이 높으며 도시계획/설계, 도시재생, 공간정보 취득 · 관리 · 활용 기술 분야에서 논문경쟁력이 우수

○ 영국은 도시계획/설계, 공간정보 관리 분야의 특허경쟁력이 우수하며 도시관리 분야의 논문경쟁력이 우수

〈표 2.3〉 도시·공간 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
B1.도시	B11.도시계획/설계			○		△	□	
	B12.도시재생			○ □		△		
	B13.도시관리			□		○	△	
B2.공간정보	B21.공간정보 취득			○ □		△		
	B22.공간정보 관리			○		△	□	
	B23.공간정보 활용			○ □		△		

□ **시설물 분야의 경우 미국과 일본이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며 우리나라는 케이블 교량과 육상 터널 분야의 논문경쟁력이 우수**

❍ 일본은 터널/지하공간 분야 내 모든 소분류 기술과 항만/해안구조물, 비탈면 보호/보강/유지관리, 지반조사/개량, 항만/해안 구조물, 인공섬 기술수준이 높은 것으로 나타났으나 해당 기술에 대한 특허/논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 조사

❍ 영국은 케이블 교량을 제외한 교량 분야 내 모든 소분류 기술에서 특허경쟁력이, 인공섬 분야의 논문경쟁력이 우수한 것으로 조사

❍ 프랑스는 콘크리트 교량, 비탈면/지반/기초 분야 내 모든 소분류 기술의 논문경쟁력이 우수하고 우주 구조물은 특허경쟁력이 우수한 것으로 조사

〈표 2.4〉 시설물 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
C1.교량	C11.강구조/합성구조 교량			○ △			□	
	C12.콘크리트 교량			○			□	△
	C13.신소재 복합재료 교량			○ △			□	
	C14.케이블 교량	△		○ □				
C2.터널/지하공간	C21.육상	△	○	□				
	C22.침매/부유식		○	□ △				
	C23.해저/대심도		○	□ △				
	C24.지하대공간		○	□ △				
C3.비탈면/지반/기초	C31.비탈면 보호/보강/유지관리		○	□				△
	C32.지반조사/개량		○	□				△
	C33.육상/해상 기초			○ □				△
C4.해양구조물	C41.준설/매립			○ □ △				
	C42.항만/해안 구조물		○	□ △				
	C43.인공섬		○	□			△	
	C44.수중구조물			○ □ △				
C5.특수구조물	C51.고압/극저온 구조물			○ □ △				
	C52.방호/방폭 구조물			○ □ △				
	C53.우주 구조물			○ △				□
C6.수공구조물	C61.댐			○ □ △				
	C62.하천시설			○ □ △				

□ 플랜트 분야의 경우 미국이 기술수준 및 기술경쟁력 측면에서 우위를 점하고 있으며 우리나라는 화력발전, 바이오 분야의 논문경쟁력이 우수

○ 독일은 풍력과 폐기물 분야의 기술수준이 높은 것으로 나타났으나 해당 기술에 대한 특허/논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 조사되었으며 화력발전 분야는 특허경쟁력이 우수

○ 영국은 해양 분야의 기술수준이 높은 것으로 나타났으나 해당 기술에 대한 특허/논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 조사되었으며 수력발전은 논문경쟁력, 합성가스는 특허경쟁력, 태양은 특허/논문경쟁력이 우수

○ 프랑스는 원자력발전, 오일샌드/셰일가스, 자원이송, 천연가스, 폐기물, 수소생산/인프라 분야의 논문경쟁력이 우수한 것으로 조사

〈표 2.5〉 플랜트 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
D1.발전플랜트	D11.화력발전	△		○		□		
	D12.수력발전			○ □			△	
	D13.원자력발전			○ □				△
D2.자원개발 플랜트	D21.합성가스			○ △			□	
	D22.오일샌드/셰일가스추출			○ □				△
	D23.극한지역자원개발			○ □ △				
	D24.자원이송			○ □				△
D3.신재생 에너지 플랜트	D25.천연가스			○ □				△
	D31.풍력			□ △		○		
	D32.해양			□ △			○	
	D33.바이오	△		○ □				
	D34.폐기물			□		○		△
	D35.태양			○			□ △	
	D36.지열			○ □ △				
	D37.수소생산/인프라			○ □				△
D4.환경플랜트	D41.해수담수화			○ □ △				
	D42.수처리			○ □ △				
	D43.대기오염방지			○ □ △				
	D44.이산화탄소 저감			○ □ △				

□ 도로교통 분야의 경우 미국과 독일의 기술수준 및 기술경쟁력이 우수

○ 일본은 친환경 자동차 분야의 기술수준이 높은 것으로 나타났으나 해당 기술에 대한 특허/논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 조사

〈표 2.6〉 도로교통 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
E1.자동차	E11.자동차 안전 향상			□ △		○		
	E12.친환경 자동차		○	△		□		
	E13.IT융합 자동차			○ △		□		
	E14.자동차 정비/개조/부품			△		○ □		
E2.도로교통 인프라	E21.도로 설계/시공/유지관리			○ □ △				
	E22.도로 안전/운영시설			○ □				△
	E23.IT융합 도로인프라			○ □ △				
E3.도로교통 관리	E31.교통 계획/운영			○ △		□		
	E32.교통 안전/편의			△		○ □		
	E33.교통 환경			□ △		○		

□ 철도교통 분야의 경우 미국은 기술경쟁력 측면에서, 독일은 기술수준에서 우위를 점하고 있으며, 우리나라는 철도차량 정비/개조/부품 분야의 논문경쟁력이 우수

○ 일본은 도시철도 차량, 철도교통 계획/운영, 안전/편의, 철도교통시스템 유지관리의 기술수준이 높으나 해당 기술에 대한 특허/논문경쟁력은 상대적으로 높지 않은 것으로 조사

○ 영국은 역사, 전철/전력, 철도교통 안전/편의, 환경, 철도교통시스템 유지관리 분야의 논문경쟁력이 우수

〈표 2.7〉 철도교통 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
F1.철도차량	F11.일반철도 차량			□ △		○		
	F12.고속철도 차량			□ △		○		
	F13.도시철도 차량		○	□ △				
	F14.철도차량 정비/개조/부품	△		□		○		
F2.철도교통 인프라	F21.노반/궤도			□ △		○		
	F22.역사			□		○	△	
	F23.전철/전력			□			△	○
	F24.신호/통신			□ △		○		
F3.철도교통 관리	F31.철도교통 계획/운영		○	□ △				
	F32.철도교통 안전/편의		○	□			△	
	F33.철도교통 환경			□		○	△	
	F34.철도교통시스템 유지관리		○	□			△	

□ 항공교통의 경우 미국의 기술수준 및 기술경쟁력이 우수

○ 독일은 공항시설 분야의 논문경쟁력이 우수하고 프랑스는 항공기 정비/개조/부품 분야의 특허경쟁력이 우수

○ 영국은 항행 분야의 특허경쟁력이 우수하고 항행(CNS/ATM), 고정익기 설계/제작/인증, 항공운항안전 분야의 특허/논문경쟁력이 우수

〈표 2.8〉 항공교통 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
G1.항공기	G11.고정익기 설계/제작/인증			○			□ △	
	G12.회전익기 설계/제작/인증			○ □ △				
	G13.무인기 설계/제작/인증			○ □ △				
	G14.항공기 정비/개조/부품			○ △				□
G2.항공교통 인프라	G21.공항시설			○ □		△		
	G22.항행안전시설			○ □ △				
G3.항공교통 관리	G31.항행(CNS/ATM)			○ △			□	
	G32.항공운항안전			○			□ △	
	G33.항공교통시스템 유지관리			○ □ △				

□ 물류의 경우 미국의 기술수준 및 기술경쟁력이 우수

○ 일본은 보관 분야의 논문경쟁력이 우수하고 독일은 연계운송 분야의 논문경쟁력과 하역 분야의 특허경쟁력이 우수

○ 영국은 배송, 보관, 포장, 물류표준화 분야의 특허경쟁력과 대량운송, 물류표준화 분야의 논문경쟁력이 우수

〈표 2.9〉 물류 분야 최고기술 보유국

○ : 기술수준, □ : 특허경쟁력, △ : 논문경쟁력

중분류	소분류	한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
H1.운송	H11.대량운송			○ □			△	
	H12.연계운송			○ □		△		
	H13.배송			○ △			□	
H2.물류인프라	H21.보관		△	○			□	
	H22.하역			○ △		□		
	H23.포장			○ △			□	
H3.물류관리	H31.물류 정보화			○ □ △				
	H32.물류표준화			○			□ △	
	H33.물류 보안/안전			○ □ △				

4. 우리나라의 상대적인 기술수준

4.1 중분류 단위 기술수준

○ 공간정보(도시 제외), 시설물(특수구조물 제외), 도로교통, 철도, 물류 분야는 최고기술국 대비 기술수준이 국토교통분야 기술수준(80.7%)을 상회하는 것으로 평가

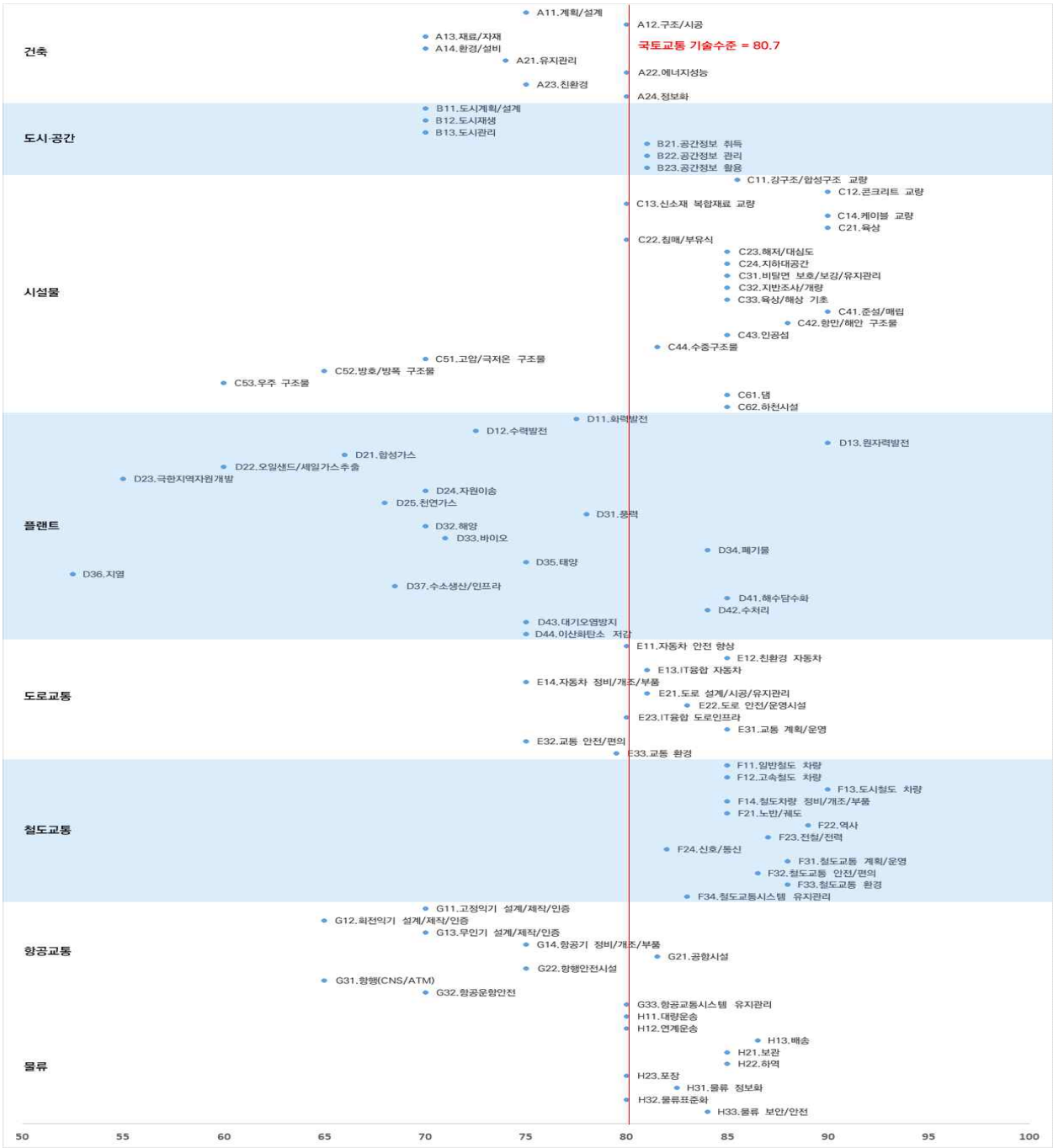
○ 특수구조물, 자원개발플랜트 분야는 최고기술국 대비 기술수준이 65%를 하회하는 것으로 평가

[그림 2.10] 중분류 단위 기술수준

4.2 소분류 단위 기술수준

○ 강구조/합성구조 교량, 콘크리트 교량, 케이블 교량, 육상터널, 준설/매립, 항만/해안구조물, 원자력발전, 도시철도 차량, 역사, 전철/전력, 철도교통 계획/운영, 철도교통 안전/편의, 철도교통 환경, 배송 분야는 최고기술국 대비 기술수준이 85%를 상회하는 것으로 평가

○ 방호/방폭구조물, 우주 구조물, 오일샌드/셰일가스추출, 극한지역 자원개발, 지열, 회전익기 설계/제작/인증, 항행 분야는 최고기술국 대비 기술수준이 65%를 하회하는 것으로 평가



[그림 2.11] 소분류 단위 기술수준

제3장 분야별 기술수준분석

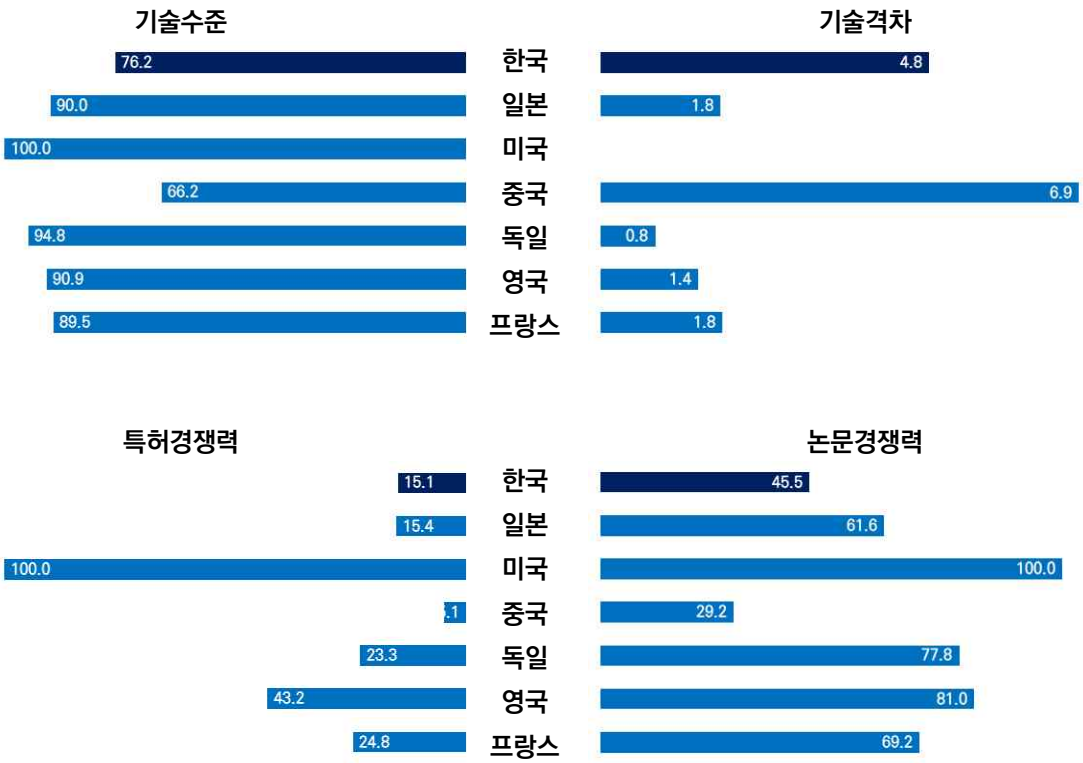
1. 건축

1.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
A.건축	A1.설계/시공	A11.계획/설계
		A12.구조/시공
		A13.재료/자재
		A14.환경/설비
	A2.성능향상	A21.유지관리
		A22.에너지성능
		A23.친환경
		A24.정보화

1.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 76.2%(4.8년, 6위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 모두 6위

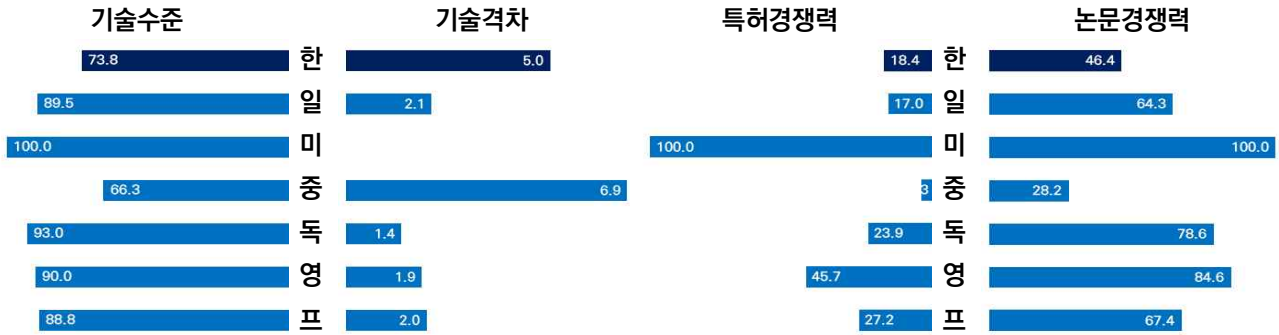


1.3 중분류 단위 기술수준

(1) 설계/시공

○ 기술수준을 기준으로 건축 설계/시공 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 73.8%

○ 설계/시공 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



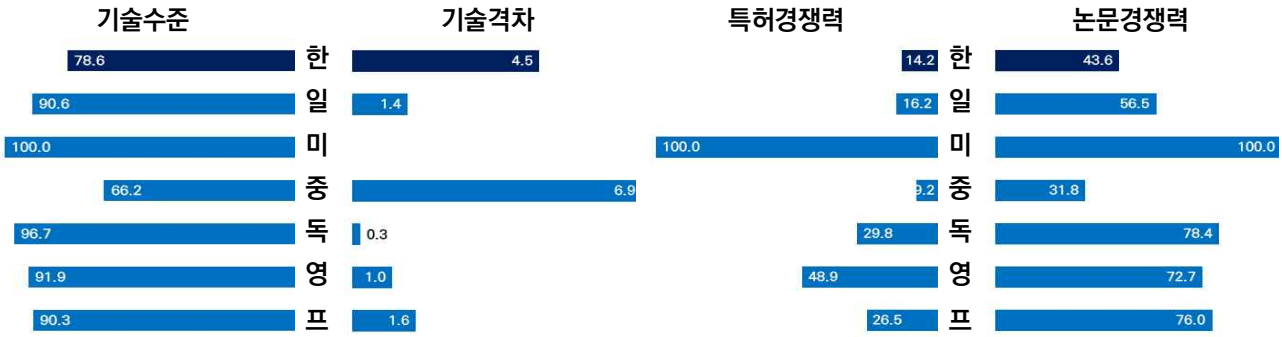
〈설계/시공 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
A11.계획/설계	• 우리나라는 공공건축물에 BIM 도입이 의무화되면서 BIM 적용을 위한 표준연구가 수행중이나 미국의 소프트웨어를 활용하고 있어 타기술에 비해 기술수준이 낮게 평가 - 미국의 대표적인 소프트웨어 회사인 AutoDesk社, Bentley社와 스타트업 기업인 Upcodes社, Aditazz社 등은 BIM과 연계하여 자동설계, 설계코드 검토, 자동 도면 변환, 가상현실에서의 협업 등 새로운 건축 서비스를 제공하는 소프트웨어를 개발
A12.구조/시공	• 우리나라는 롯데월드타워 준공으로 '15년에 비해 기술수준이 높게 평가되었으나 목조건축과 3D 프린팅 건축 분야에서는 상대적으로 기술력이 낮은 것으로 판단 - 독일, 일본, 영국 등은 구조용 집성판 목재(CLT)를 적용한 고층 목조건물을 시공하였으며, 디지털 제조기업들은 로봇기술과 인공지능 기술을 활용한 3D 프린팅 공법과 오프사이트 공법을 활용한 스마트홈 건축 등 새로운 구조/시공 기술을 개발 - 우리나라는 구조용 집성판 목재를 이용하여 5층 높이의 목조건물, 피겨/쇼트트랙 목조경기장를 건축하고 3D 프린팅 건축 관련 기초연구를 수행 중
A13.재료/자재	• 우리나라는 NT, BT 등을 활용한 고성능 콘크리트 개발 및 자원순환형 재료를 활용한 콘크리트 기술개발을 수행 중이나 상업화가 부족하여 타기술에 비해 기술수준이 낮게 평가 - 해외에서는 CDW(Construction&Demolition Waste)의 선별 및 재활용 기술을 체계적인 개발하고 있으며, 탄소나노튜브를 활용하여 고성능 콘크리트를 개발 - 우리나라에서는 산업폐기물, 석탄회, 폐콘크리트, 순환골재 등을 이용하여 콘크리트 재료를 개발하는 연구가 진행 중
A14.환경/설비	• 우리나라는 대기업을 중심으로 스마트빌딩 솔루션을 개발하고 있으나 대부분 글로벌 기업의 스마트빌딩 솔루션을 활용하고 있어 타기술에 비해 기술수준이 낮게 평가 - 지멘스, 필립스 등은 화재감지기, CCTV, 센서, 스피커 등을 연결하여 빌딩의 보안, 안전, 냉난방기 관리 등 스마트빌딩 통합관리 솔루션을 개발 - 우리나라에서는 IoT 기술과 인공지능 기술을 활용한 스마트빌딩 통합관리 솔루션을 개발하여 일부 건물에 활용 중

(2) 성능향상

○ 기술수준을 기준으로 성능향상 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 78.6%

○ 성능향상 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력과 논문경쟁력은 6위



〈성능향상 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
A21.유지관리	• 우리나라는 내부 인테리어 리모델링이나 골조만 남기고 거의 대부분 교체하는 신축 방식 위주의 리모델링 공법을 사용하고 있어 선진국에 비해 기술수준이 낮게 평가 - 유럽국가들은 에너지 소비 절감 및 온실가스 배출 감소를 목적으로 리모델링 기술을 개발하고 있으며, 일본은 인구구조변화에 따른 기존 건축물의 효율성 향상을 위해 리모델링 기술을 개발 - 우리나라는 기존 외형개선에서 구조변경을 통한 증·개축, 에너지효율 향상, 내진보강 등의 리모델링 기술을 개발
A22.에너지성능	• 선진국과 같이 우리나라도 제로에너지 건축물 인증, 제로에너지건축 의무화 등의 법·제도 개정과 연구개발 추진이 기술수준을 향상시킨 것으로 평가 - 미국, 독일, 일본 등 선진국은 제로에너지하우스 건축기술 뿐만 아니라 제로에너지타운 건설을 위한 건축기술을 개발 - 허니웰, 지멘스 등은 에너지관리 시스템에 클라우드, IoT 등의 기술을 활용하여 지능형 에너지 관리 시스템을 개발 - 우리나라는 '19년 국내 최초 패시브하우스와 엑티브하우스를 결합한 임대형 제로에너지 주택단지를 준공
A23.친환경	• EU를 중심으로 탄소배출 저감 및 폐기물 재활용을 위한 투자가 지속되고 있는 반면 우리나라는 자원순환경제에 대한 인식부족으로 기술수준은 크게 변하지 않은 것으로 평가 - 네덜란드, 영국 등 유럽에서는 폐기물을 최소화하고 자원 순환경제를 구축하기 위해 순환건물을 건축하거나 남은 건축자재를 공유하는 플랫폼을 개발 - 우리나라를 비롯해 세계 각국에서는 미세먼지 저감, 에너지 효율 향상, 도시열섬 완화를 위한 건축물 녹화시스템 개발 및 적용을 확대하는 추세
A24.정보화	• 건축 과정의 모든 데이터를 통합적으로 관리하여 생산성과 효율성을 향상시킬 수 있는 플랫폼이 등장하면서 우리나라도 관련 연구가 활발히 진행되어 기술수준이 향상 - PlanGrid, Rhumbix 등 소프트웨어 개발기업들은 도면, 사진, 현장 보고 등을 통합적으로 관리하여 발주처와 건설사가 모바일 및 데스크탑 상에서 협력할 수 있도록 지원하는 소프트웨어를 개발

1.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 건축 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	친환경	• 전 세계적으로 환경과 건설, 개발과 보전이 연계된 지속가능한 개발(Sustainable Development)이 국가의 건축정책으로 채택 - 건축산업 또한 개발위주에서 벗어나 환경의 창조와 수복을 위한 산업에 대한 수요가 높아지고 있으며 에너지 저감 및 자연에너지 활용형 기술의 접목에 대한 요구 증대 • 친환경, 저에너지, 대체에너지에 대한 건설수요가 증가에 대응하여 건축 건설과정에서 환경 부하가 적은 공간환경 창조를 위한 산업 수요 상승 - 제로에너지 빌딩 시장규모는 '16년 640억 달러에서 '25년 790억 달러로 성장할 것으로 예상되며, BEMS 시장은 연평균 12.2% 성장할 것으로 전망 - 그린루프 시장은 '18년부터 '22년까지 연평균 17.6%로 성장할 것으로 예상
유망 중점	유지관리	• 최근 들어 전 세계적으로 건설단계에서 유지관리단계로 전환되고 있을 뿐 아니라 이상기후와 온난화, 지진, 태풍, 쓰나미, 화산 등의 자연재해, 인적재해 등으로 인한 인명 및 재난 피해가 점차 증가함에 따라 이러한 피해를 최소화하고, 대처할 수 있도록 하는 유지관리 기술에 관심이 집중 • 건축물에 대한 총 생애주기 비용에 대한 평가가 건축물 평가의 핵심적인 평가요소가 되고 있어 건축물의 효율적인 유지관리 기술에 대한 수요가 증가할 것으로 예상 - 노후주택, 빈집 증가 등에 따른 리모델리링의 수요가 증가하여 리모델링 시장은 연평균 4.0% 증가하여 '24년 5조 달러 이상으로 성장할 것으로 전망 - 고령화에 따른 실버타운, 레저시설, 의료·복지 시설 등의 지속적인 증가가 예상되어 유지관리 대상 시설물의 증가를 수반하게 되므로 향후 비주거용 건축물에 대한 안전 및 유지관리 투자 수요도 지속적으로 증가할 것으로 예상
미래 유망	정보화	• 해외 선진국은 정보화 및 자동화 기술을 접목한 건축 프로세스 및 생산성 혁신을 바탕으로 양적성장에서 질적성장으로 전환 - 빅데이터 기술의 등장으로 데이터의 축적이 해당산업의 경쟁력으로 평가되면서 건축과정에서 발생하는 데이터의 축적 및 활용 중요성이 부상 - 일차원적인 건축 프로세스 관리체계에서 건축 전 단계에 걸쳐 비용, 시간, 품질, 안전 등을 종합적으로 관리할 수 있는 건축 정보화의 필요성 대두

1.5 기술격차 해소방안

○ 건축 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 구조/시공, 재료/자재, 환경/설비, 에너지성능, 친환경, 정보화 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 계획/설계, 유지관리 기술의 기술격차를 해소하기 위해 법 제도 정비가 가장 시급

〈건축 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
설계/시공	계획/설계		•	ㅇ			◎	
	구조/시공		•	◎			ㅇ	
	재료/자재	•		◎		ㅇ		
	환경/설비	•		◎		ㅇ	•	
성능 향상	유지관리		•	ㅇ			◎	
	에너지성능			◎			•	ㅇ
	친환경			◎		•	ㅇ	
	정보화		ㅇ	◎				•

〈건축 분야 기술격차 해소방안〉

설계/시공	계획/설계	• 건축계획의 고도화와 건축물의 품질확보를 위해 건축계획의 내실화를 위한 정책 방안 마련이 필요 - 계획업무는 건축물의 품질확보를 위해 가장 중요한 업무로 다루어져야 함에도 전체 건축설계 산업에서 차지하는 비율이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 이는 계획업무가 여전히 설계수주의 사전 서비스 업무 정도로 이식되고 있음을 의미 • 건축설계 사업체 중 일부 업체가 해외시장으로 진출하고 있으나, 국가 경쟁력은 낮은 것으로 나타나고 있으므로 대규모 사업체의 기술력과 노하우를 활용할 수 있는 해외시장 개척을 위한 정책 지원 방안 마련 필요
	구조/시공	• 비정형 디자인에 대응하고 친환경, 에너지 절감 등 다양하고 복잡한 요구 성능을 수용하기 위한 구조/시공 기술 분야에서의 활발한 연구 필요 - 스마트홈, 제로에너지하우스 등의 다양한 수요에 대응한 오프사이트 공법의 개발, 화재, 지진 등으로부터 초고층 건물의 안전 확보 기술, 3D 프린팅 건축 공법 및 재료 개발 등의 기술개발 필요
	재료/자재	• 시장형성 초기 단계로 규모가 미미하여 시장 진입 및 성장이 타 자재 대비 용이할 것으로 보이며, 향후 NT, BT, IT 융·복합 시장을 국내에서 선도하기 위한 정부차원의 연구개발 지원이 필요 - 스마트시티 사업의 진척으로 인해 에너지 및 소음, 공기 질 등과 관련된 스마트 건설재료 기술은 선도국과의 격차를 좁히고 있으나, 3D 프린팅 건설재료 분야는 요소기술 개발 단계로서 선도국과의 격차는 확대
	환경/설비	• IoT 기술을 각종 기기를 연결하여 자동화했던 기존의 스마트빌딩에서 빌딩의 공조, 전력, 조명, 방재, 보안 등 모든 빌딩 장비를 통합적으로 관리할 수 있는 스마트 빌딩 관리 플랫폼 연구 필요
성능향상	유지관리	• 사회적 여건변화 및 건축물의 노후화, 기능전환에 대응하여 건축물의 리모델링 및 유지관리를 활성화하고 실행력을 제고하기 위해 정책수립 및 제도개선이 필요
	에너지성능	• 제로에너지건축 의무화에 따라 제로에너지 기술의 활용가능성이 높아졌으나 높은 건축비 부담으로 다양한 패시브·액티브 기술발달에도 불구하고 본격적인 시장 성장은 지연되고 있는 상황 - 패시브 및 액티브 기술을 활용한 주택 시공에 따라 생애주기 비용에 대한 평가 연구와 효율성·경제성 향상 연구가 필요
	친환경	• 건축 폐기물을 최소화하고 자원순환경제를 구축하기 위한 친환경 건축물 시공기술, 건축자재 재활용 기술 등 관련 기술과 설비가 뒷받침 되지 못해 전반적인 사업 육성 효과 미흡 - 시장전환(market transformation)을 염두에 둔 친환경 건축기술 개발과 정책·제도 전반에 대한 개혁 지원 필요
	정보화	• BIM은 '03년부터 도입되어 기본설계를 넘어 실시설계와 시공 단계로 확산되고 있으며, 가상현실(VR), 증강 현실(AR), 3D Scan 및 프린터, 드론 등의 장비와 연동되는 수준까지 이르렀고, 향후 유지관리 분야로 확대될 전망 - VR/AR 기술을 개발해 건축설계, CM, BIM, 주거 설계 등에 융합하는 시도를 이어가고, 드론 및 3D기술을 활용한 DCM(Design+CM) 지원 서비스의 응용 개발 연구가 필요하며, BIM을 운용할 수 있는 인력양성 필요

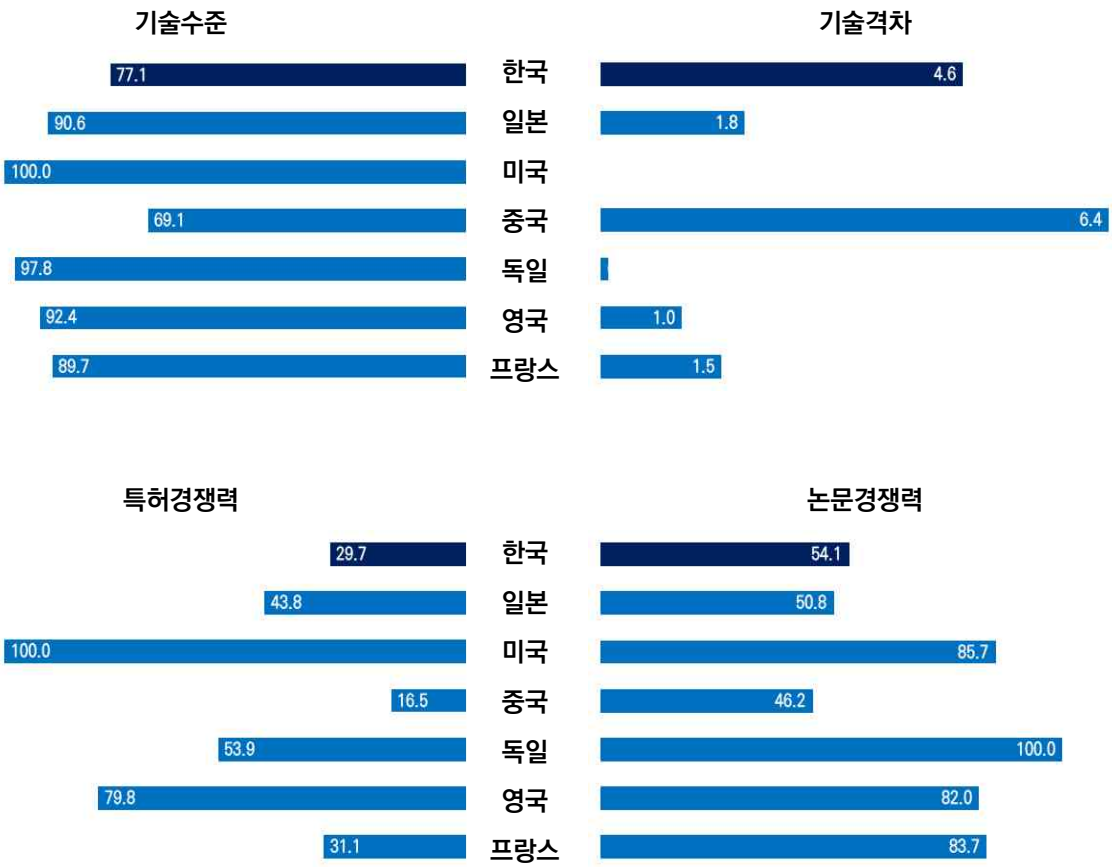
2. 도시·공간

2.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
B.도시·공간	B1.도시	B11.도시 계획/설계
		B12.도시 재생
		B13.도시 관리
	B2.공간정보	B21.공간정보 취득
		B22.공간정보 관리
		B23.공간정보 활용

2.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 77.1%(4.6년, 6위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 각각 6위, 5위

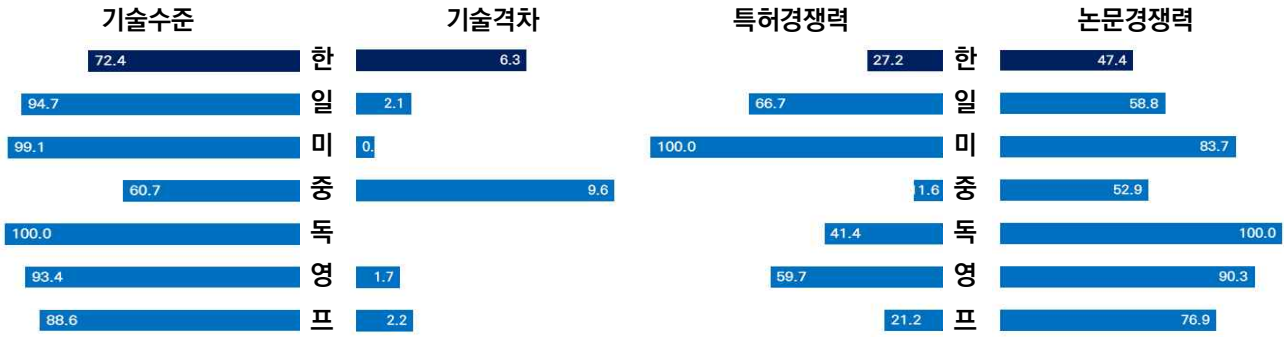


2.3 중분류 단위 기술수준

(1) 도시

○ 기술수준을 기준으로 도시 분야의 최고기술보유국은 독일이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 72.4%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 7위



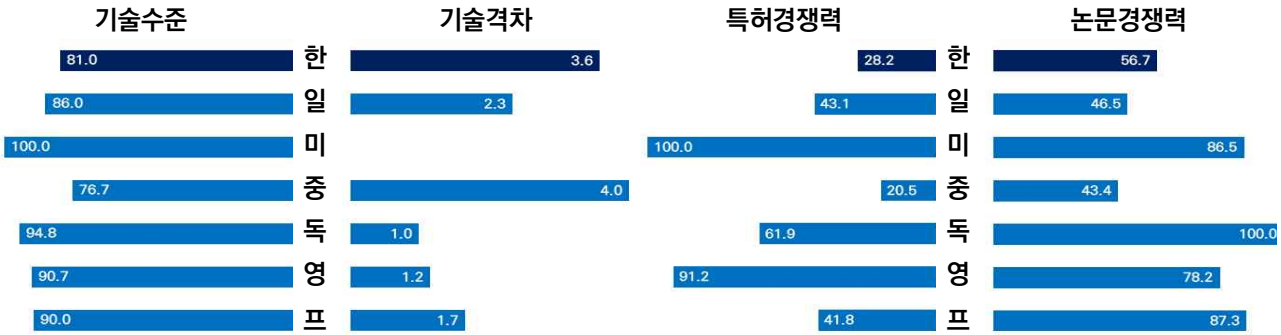
〈도시 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
B11.도시 계획/설계	• 미국, 유럽 국가들은 디지털 트윈, 시뮬레이션 등의 기술을 접목한 도시 계획/설계 기술의 가시적 성과가 창출되는 반면 우리나라는 시범사업 단계로 기술수준이 낮게 평가 - 미국 보스턴은 사고로 인한 인적 및 경제적 비용에 대한 통계자료 등 검증된 데이터를 기반으로 정책 및 도시설계에 반영 - 영국의 VU.CITY는 도시개발 업체와 3D 콘텐츠 제작 전문기업의 협력을 통해 개발한 솔루션으로 가상 도시 모델을 통해 도시 운영의 효율화, 시민체감형 서비스 제공 - 국내에서 도시계획 및 설계에 디지털트윈 기술을 도입하고 있으며, 정부 주도의 국토개발 정책을 통해 ICT 기술을 도시개발에 활용
B12.도시 재생	• 유럽, 일본 등은 '60년대부터 필요성이 제기되어 다양한 연구개발이 진행되어 왔으나 우리나라는 최근에 도시재생뉴딜사업이 진행되어 기술수준 저평가 요인으로 판단 - 스페인, 미국, 독일의 경우 도시재생을 통해 혁신거점을 조성하여 지역의 활성화를 도모하고 지역의 특화 산업이 육성될 수 있는 기반을 마련 - 일본의 치바현 카시와노하에서는 '환경공생도시' '건강장수도시' '신산업창조도시' 등 세 가지 테마 구현을 목표로 다양한 스마트 기술 도입 - 고양시는 드론을 활용하여 지역주민의 생활안전을 향상시키고 드론산업을 지역 특화 산업으로 육성하여 지역 경제 활성화를 도모할 계획
B13.도시 관리	• 우리나라는 스마트시티 사업을 통해 다양한 기술들을 적용하여 도시관리에 활용하고 있으며 이에 따라 기술수준이 크게 향상한 것으로 평가 - 미국 샌디에고와 영국 글래스고는 스마트 가로등과 지능형 도시 플랫폼을 구축하고 바르셀로나에서는 전체 공원의 68%에 스마트센서를 활용한 조경관리 기술을 도입 - 서울시는 재난, 사고 등을 실시간 파악하고 현장에 가지 않고도 통제·지시함으로써 대응 기동성을 높이기 위해 빅데이터 기반 재난 예측시스템을 구축

(2) 공간정보

○ 기술수준을 기준으로 공간정보 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고 기술보유국 대비 81.0%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



〈공간정보 분야 분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
B21.공간정보 취득	• 세계적으로 지상물의 위치 및 시각 정보를 제공할 수 있는 위성항법시스템에 대한 신규 개발 및 고도화를 추진하고 있어 기술수준의 큰 변화는 없는 것으로 판단 - 미국은 차세대 위성 및 제어 시스템을 개발하여 위성항법시스템 GPS 고도화 노력 - EU는 협력국과 Galileo 프로젝트를 통해 새로운 위성항법시스템을 구축하고 있으며, 최근 다양한 분야에 적용하여 서비스 제공 시작 - 중국은 위성항법시스템 BDS(BeiDou Navigation Satellite System)를 독자적으로 구축하고 성능 향상과 글로벌 네트워크 구축을 위해 국제 협력과 위성 개발 지속 - 우리나라는 SBAS(Satellite Based Augmentation System)의 개발을 위한 기술 로드맵을 수립하고 SBAS 사업단을 구성하여 '22년 완료를 목표로 개발 중
B22.공간정보 관리	• 데이터 개방과 결부되어 나타나는 사용자 참여형 공간정보의 확산으로 각국은 공간정보지원체계 구축 및 고도화하고 있어 기술수준의 큰 변화는 없는 것으로 판단 - 미국은 대표적으로 온라인 포털 공간정보 플랫폼(GeoPlatform.gov)을 운영하고 공간정보 확대 추진을 위해서 지리데이터, 지도 및 온라인 서비스를 공유 - '18년 유럽연합 집행위원회는 유럽연합의 공간 데이터에 대한 접근성을 높인 새로운 공간정보 시스템 'INSPIRE Geoportal' 출시 - 중국은 측량을 비롯한 조사, 지도 제작 등의 역할을 수행하기 위한 기구로 '국가측회국(國家側繪局)'을 두고 있음 - 국토교통부는 다양한 수요자 맞춤형 공간정보 요구에 대응하기 위한 방식으로 공간정보 지원체계를 구축
B23.공간정보 활용	• 고정밀 3D 공간정보의 수요 증대에 따라 전 세계적으로 정부, 학계, 산업계를 주축으로 치열한 경쟁 중이며, 이에 따라 기술수준의 큰 변화는 없는 것으로 판단 - 미국 UCLA에서는 실시간 시뮬레이션을 통해 건설, 도시계획 등의 분야에서 활용할 수 있는 3차원 가상도시 모델을 구축하는 "Virtual LA 프로젝트"를 진행 - 국토교통부는 공간정보 기반 정책지원체계를 마련하고, 국가공간정보 공공활용 도모를 위해 국토정보시스템 공동 활용체계를 구축·운용

2.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 도시 · 공간 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중 영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	도시재생	• 도시재생기술은 한정된 도심에서 토지 및 도시공간을 보다 효율적으로 활용하고, 도시계획시설물의 효과적 확보 또는 다양한 도시기능의 입체적·복합적 구성을 통해 시너지 효과를 극대화하기 위한 도시공간 구성 및 개선 분야 - 기존 도시개발 정책의 패러다임을 전환하는 '도시재생 뉴딜사업'이 추진되면서 도시의 경쟁력을 높이고자 하는 도시혁신의 필요성 강조 - 국내외 주요 도시들은 도시경쟁력 확보 및 구도심의 도시재생을 위해 스마트 인프라 기술의 접목하는 연구를 추진
유망 중점	도시관리	• 도시 노후화, 교통혼잡, 에너지 부족, 환경오염, 범죄 등 다양한 도시문제를 해결할 새로운 대안으로 스마트시티(Smart City)가 부각 - 많은 나라에서 지속가능한 스마트 도시 구현을 위해 첨단 ICT 기술 등을 적용하여 도시 관리를 수행

2.5 기술격차 해소방안

○ 도시·공간 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 도시계획/설계, 도시재생, 도시관리 등 도시 분야 기술의 기술격차를 해소하기 위해 법제도 정비가 가장 시급

- 공간정보 취득, 관리, 활용 기술은 R&D 투자 부족을 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가

〈도시·공간 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
도시	도시계획/설계			ㅇ		•	◎	
	도시재생			ㅇ		•	◎	
	도시관리			ㅇ		•	◎	
공간 정보	공간정보 취득	•		◎		ㅇ		
	공간정보 관리		ㅇ	◎			•	•
	공간정보 활용		ㅇ	◎			•	

〈도시·공간 분야 기술격차 해소방안〉

도시	도시 계획/설계	• 디지털트윈, 시뮬레이션 분야 연구를 통해 3D시각화, 실시간 모니터링, 분석·예측·최적화 기술을 도입하여 현실화 할 수 있는 정책방향과 제도 기반 마련 필요 • 안전하고 효율적인 도시계획/설계 기술을 접목하기 위해서는 다양한 기초 원천 연구 및 응용개발 필요
	도시 재생	• 스마트 인프라 연구를 통해 다양한 도시재생기술 등을 현실화 할 수 있는 정책방향과 제도 기반 마련 필요 • '상생'이라는 핵심가치를 실현하기 위해 기존의 Top-Down 방식의 도시개발 방식과 달리, 지역주민의 역량을 강화하고 수요자 위주'의 Bottom-up 방식으로 사업이 이루어지도록 정책방향 수립 필요
	도시 관리	• 도시 관리를 위해서는 지역별 특성에 근거한 맞춤형 관리방안 마련이 가능한 기반 조성이 중요하며, 이를 위해서는 지역별 특성분석을 위한 기초원천 연구 및 제도연구가 필요 • 단기 유지보수와 사후관리에 방점이 찍혀있던 시설물 관리에서 미래를 대비한 중장기적·선제적 대응방식으로 전환, 생애주기적 관점으로 관리할 수 있는 기술 개발 필요
공간정보	공간정보 취득	• 국내의 경우 공간정보에 대한 기초원천 연구를 통한 원천기술의 확보가 이루어지고 있어 원천기술을 활용한 응용 개발연구가 필요 • 국가공간정보연구(산학연, 국제 공동연구 등) 및 실증을 위한 연구장비 및 인프라 개발 필요
	공간정보 관리	• 현재는 공급자 위주의 단순 개방·공유 체계로, 수요에 부응하는 정보를 적시에 제공하고 협력하는 거버넌스 기반이 부족 - 수요자 맞춤형 공간정보를 선별하여 융·복합 정보의 활용성을 높이고, 공간정보 활용기관 간 협조체계 구축을 위한 노력 필요 • 우리나라의 3D 지적을 국제 표준으로 추진하기 위하여 국제 3D 지적과 관련된 법제도·기술 등을 현실화 할 수 있는 정책방향과 제도 기반 마련 필요
	공간정보 활용	• 국가 주도의 공간정보 구축사업에 의존한 측량 및 공공시스템 구축 위주로 추진되어왔던 공간정보 활용분야를 고부가가치를 창출하는 데이터 융복합·활용을 위한 연구개발 지원 및 법·제도 마련 필요 - 공간정보 기반의 융·복합 아이디어를 가진 기업들을 발굴하여 응용개발을 지원할 수 있도록 정책을 전환하고, 해외진출 지원 등 성장동력 확보를 위한 지원을 확대

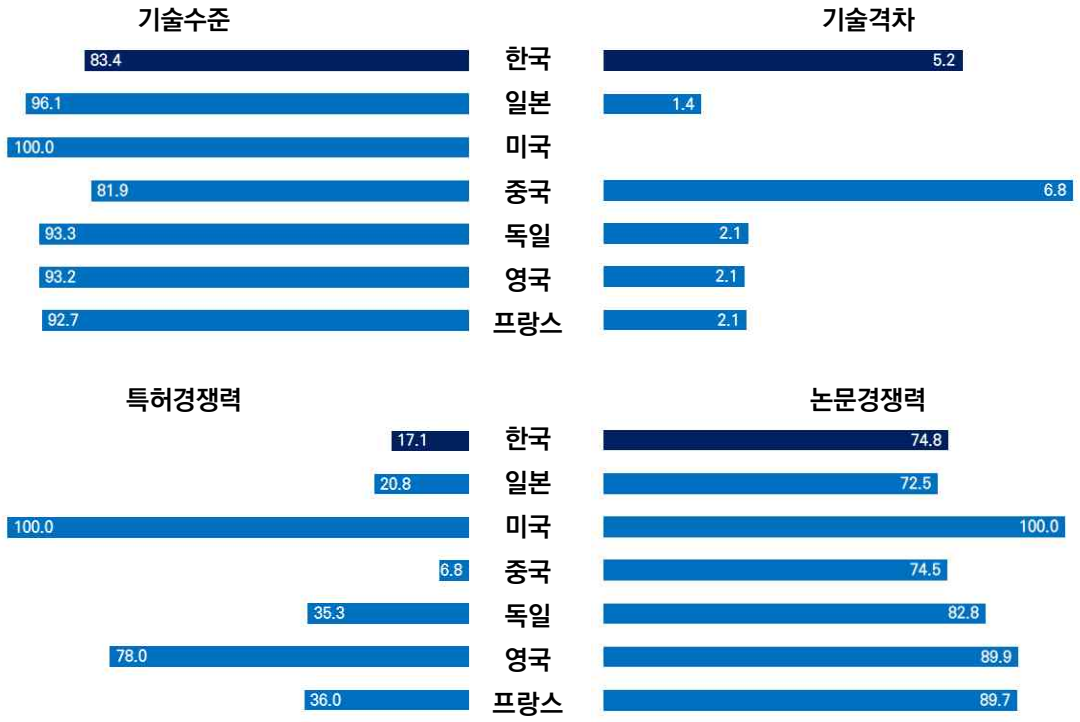
3. 시설물

3.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
C.시설물	C1.교량	C11.강구조/합성구조 교량
		C12.콘크리트 교량
		C13.신소재 복합재료 교량
		C14.케이블 교량
	C2.터널/지하공간	C21.육상
		C22.침매/부유식
		C23.해저/대심도
		C24.지하대공간
	C3.비탈면/지반/기초	C31.비탈면 보호/보강/유지관리
		C32.지반조사/개량
		C33.육상/해상 기초
	C4.해양구조물	C41.준설/매립
		C42.항만/해안 구조물
		C43.인공섬
		C44.수중구조물
	C5.특수구조물	C51.고압/극저온 구조물
		C52.방호/방폭 구조물
		C53.우주 구조물
	C6.수공구조물	C61.댐
		C62.하천시설

3.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 83.4%(5.2년, 6위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 각각 6위, 5위

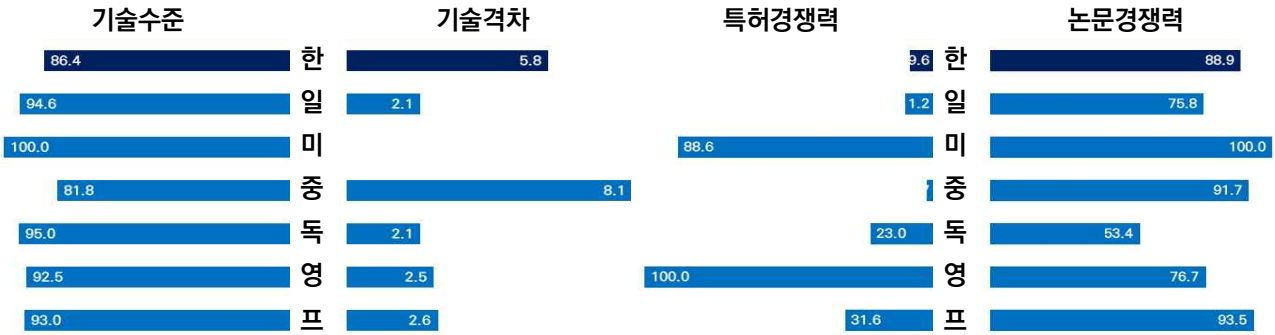


3.3 중분류 단위 기술수준

(1) 교량

○ 기술수준을 기준으로 교량 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 86.4%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 4위



〈소분류별 기술수준 도출배경〉

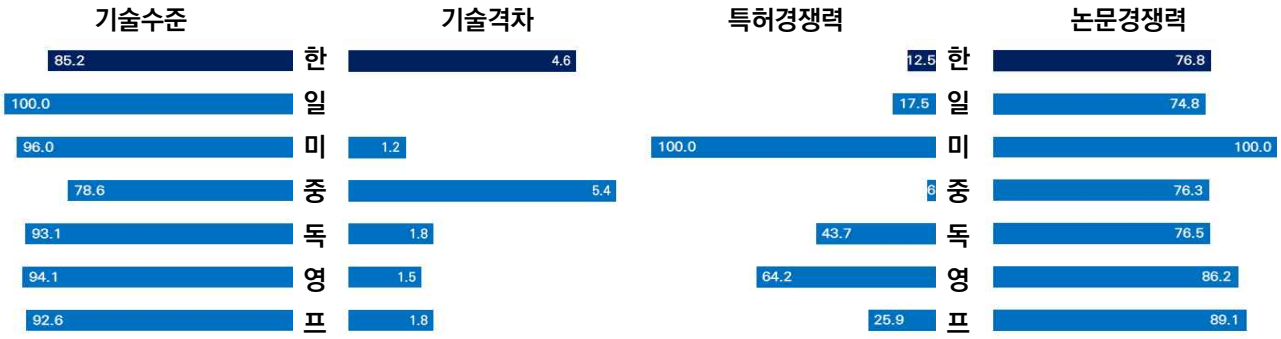
소분류	도출배경
C11.강구조/합성구조 교량	• 세계 각국에서는 스테인리스강, 내후성강 등을 이용한 강교량 건설과 함께 3D 프린팅 공법 등의 신기술이 등장하였으나 우리나라는 아직 3D 프린팅 공법과 관련하여 기술력이 부족하여 기술수준은 하락한 것으로 판단 - 영국 Cumbria의 Pooley Bridge는 '15년에 홍수로 무너진 이후 '17년 스테인리스 강교량으로 제작하여 '20년 1월에 완공될 예정 - '15년 일본의 국토교통성 국토기술정책종합연구소에서 내후성강교량의 활용성을 높이는 연구를 바탕으로 전체 강교 중 내후성강교의 비율을 계속적으로 증가 - 미국의 SSSBA(Short Span Steel Bridge Alliance)에서는 급속시공을 위한 모듈화된 강합성교량 기술 개발 - 네덜란드 합작 투자회사인 MX3D에서는 3D 프린터를 이용한 스테인리스 강교량을 제작하여 암스테르담 운하에 설치 예정 - '18년 한국철도시설공단과 포스코는 고성능 내후성 강재를 개발하여 서해선(홍성~송산) 복선전철 삽교천교 횡단구간(충남 홍성군 소재)에 국내 최초로 적용
C12.콘크리트 교량	• 우리나라는 콘크리트 해상교량 건설과 관련하여 세계 최고 수준의 기술력을 확보 - 강주아오 대교의 총 연장 55km 중 해상교량은 35.6km이며, 대교의 사용수명은 120년, 16급 태풍과 규모 8.0 지진에도 견딜 수 있도록 설계 - 현대건설은 쿠웨이트의 셰이크 자베르 코즈웨이 프로젝트를 수주하여 36.1km의 해상교량을 건설 • 중국, 네덜란드 등은 3D 프린터를 이용한 콘크리트 교량을 건설 중이나 우리나라는 아직 기초연구 수준

소분류	도출배경
	- 네덜란드는 연장 29m, 5경간 보행자·자전거 콘크리트 교량을 3D 프린터로 건설 - 중국 칭화대학교 건축대학은 연장 26.3m, 폭 3m의 보행자 전용 콘크리트 교량을 3D 프린터를 이용하여 건설 • 세계 각 국에서는 자기 치유 콘크리트 개발을 위한 연구개발 추진하고 있으며 국내에서도 관련 연구를 활발히 진행 - 미국에서는 마이크로 캡슐을 이용한 폴리머 재료의 균열 자기치유와 액상 치유제를 이용하여 일회 파손이 일어난 경우 치유 효율이 90%에 이르도록 개선 - 일본에서는 상하수 처리 시설의 고내구화를 위하여 미생물과 티탄공법을 융합한 자기정화용 피복공법에 대한 연구가 진행 - 국내에서는 콘크리트 표면에 자기치유 코팅제를 도포하여, 코팅된 캡슐이 파괴되면서 균열부에 자기치유하며 촉매제 없이 태양광에 의해 경화되는 기술 개발
C13.신소재 복합재료 교량	• 국내외에서 콘크리트 품질향상을 위해 나노소재 등을 활용한 경량, 고강도 콘크리트 개발 활발히 진행하고 있으나 우리나라는 아직 기초연구 수준으로 '15년 대비 기술수준이 하락한 것으로 판단 - 일본은 경량골재를 활용하여 단위중량과 압축강도를 획기적으로 증가시킨 콘크리트를 개발하여 교량 및 고층 빌딩에 적용 - 최근 독일의 팽창점토 골재 제조사인 Leca-S社에서는 1.9t/㎥, 압축강도 60MPa급의 골재 제조 가능성을 제시 - 국내에서는 2000년대 초반부터 나노 콘크리트 관련 연구를 시작하였으며, 주요 나노 소재로는 SiO2가 주성분인 Nano-SiO2를 대상으로 콘크리트 강도 및 성능 향상 등 기초 단계 연구가 추진 중
C14.케이블 교량	• 우리나라 건설기업들은 '보스보러스 대교', '템부롱 대교' 완공, 세계 최장 현수교 '차나칼레 대교' 수주 등으로 세계 케이블 교량 시장을 선도 - '차나칼레 대교'는 터키 차나칼레에서 다르다넬스 해협을 동서로 횡단하는 교량으로 주경간이 2,023m로 세계 최장의 현수교로 SK건설과 대림산업이 수주 - 포스코는 '차나칼레 대교' 건설과 관련하여 터키 최대의 강구조물 제작업체 '심타스 스틸'과 양해각서(MOU)를 체결하고 두께 6mm이상의 철판 3만 5천톤을 공급 • 케이블 교량이 늘어나면서 이에 대한 유지관리 및 화재에 대한 대응기술 개발 확대되고 있으며 우리나라는 서해대교 낙뢰화재 이후에 관련 연구가 진행되어 기술수준이 높은 것으로 판단 - 미국 Trimble社에서는 교량에 대한 정보모델링인 BrIM을 개발하여 교량의 유지보수 사업에 적용할 수 있도록 라이다 센서를 기반으로 하는 3D 모델링 소프트웨어와 자산관리를 할 수 있는 시스템 개발 및 상용화 - 프랑스 VSL에서는 화재로 인한 손상취약도에 대해서, 공학적으로 설계 시 위험 평가를 수행하며, 더불어 시뮬레이션 수행 및 화재예방 시스템에 대해 통합설계를 수행 - 국내의 경우, GNSS기반의 케이블교량 모니터링 기술을 바탕으로 국내의 유지관리 기술을 해외에 적용 - '15년 서해대교 낙뢰화재에 의해 케이블이 끊어지는 사고에 따라, 경기도는 교량 케이블의 화재를 방지하는 수관 장치 설치 및 화재방지법을 제시

(2) 터널/지하공간

○ 기술수준을 기준으로 터널/지하공간 분야의 최고기술보유국은 일본이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 85.2%

○ 터널/지하공간 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 4위



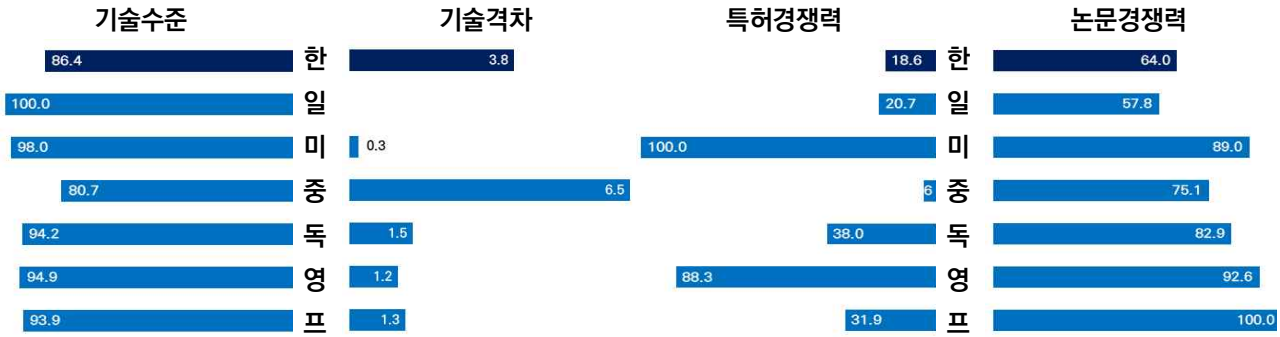
〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
C21.육상	• 전 세계적으로 차세대 교통수단으로 각광받고 있는 하이퍼루프에 대한 연구가 추진 중이며 우리나라도 0.1 기압 이하의 아진공 상태의 기밀튜브 제작 성공 - 영국 리차드 브랜슨이 후원하는 버진 하이퍼루프원(Virgin Hyperloop One)社는 네바다 사막에 금속튜브, 고속열차, 압력용기, 진공시스템으로 구성된 트랙을 만들어 테스트를 수행하여 387km/h의 속도에 도달하는 모의주행에 성공 - 국내에서는 자기부상기술과 진공압축기술을 융합하여 기압을 0.1기압 이하로 낮춰 공기저항을 최소화하는 아진공 상태의 기밀튜브를 제작 • 우리나라는 교통편의 향상 및 도시 집중화로 인한 교통난 해결을 위한 터널 시공기술, 터널 내 화재 대응 기술 등 육상터널 분야에서 높은 기술력을 확보
C22.침매/부유식	• 중국은 홍콩에 세계 최장 침매터널 건설 통해 관련 경험을 축척하였으며 노르웨이는 피오르드(fiord)해상에 세계 최초 부유식 수중터널 프로젝트 진행 • 우리나라는 거가대교의 침매터널을 시공한 경험을 보유하고 있어 기술수준은 크게 향상된 것으로 평가되나 부유식터널에 대한 연구는 미흡한 실정
C23.해저/대심도	• 세계적으로 해저/대심도 터널에 대한 시공 및 연구개발이 증가 추세이며, 우리나라는 TBM 및 대심도 복층터널 연구를 통해 기술수준이 향상된 것으로 판단 - 미국 AECOM社는 복층터널 건설 위한 대구경 TBM 제작기술 개발하여 홍콩, 말레이시아, 상하이 등에 적용 - 국내에서는 초장대 해저터널 및 복층터널과 관련하여 터널 건설시공, 환기 및 방재 기술 등에 관련된 연구단을 구성하여, 관련 기술개발 및 시공에 주력
C24.지하대공간	• 도심 밀집지역, 철도역사 등에 대규모 지하공간 조성 사례가 증가하고 있으며 우리나라도 관련 기술개발 및 조성사례가 증가하고 있어 기술수준이 향상 - 프랑스 La Defense역은 지하공간에 다양한 교통수단 연계환승을 고려하여 시공 - 스페인 Atocha역, 네덜란드 암스데르담 중앙역 등은 지하와 지상 연결 통해 환승센터를 조성하고 일본 신주쿠역은 대규모 지하공간에 환승시스템 구축 - 우리나라는 “영동대로 복합환승센터” 등 다양한 지하대공간 개발계획을 추진 중이며 지하공간 공조환경관리 및 운영비 절감 기술을 개발 중

(3) 비탈면/지반/기초

○ 기술수준을 기준으로 비탈면/지반/기초 분야의 최고기술보유국은 일본이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 86.4%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력과 논문경쟁력은 6위



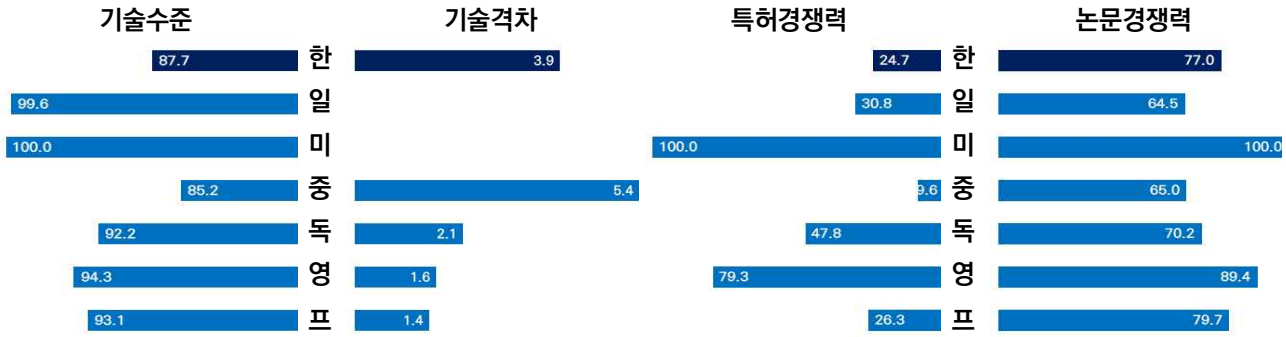
〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
C31.비탈면 보호/보강/유지관리	• 국내외에서는 친환경 재료를 활용한 비탈면 안정 기술과 산사태 경보시스템을 개발하고 있어 '15년과 비교하여 기술수준은 크게 변하지 않는 것으로 평가 - 미국 GEOsystems社에서는 급경사의 상부토양층을 안정화 및 보강하기 위해 식생이 가능하고 3D 셀룰러 구조를 통해 흘러내림을 방지하는 기술을 개발 - 국내에서는 노출사면의 안정적인 녹화를 위해 토양 안정화 기술인 ECG(Eco Clean Cement Grout)기술을 이용한 사면 안전용 친환경 녹생토 재료 및 시공법 개발 - 한국지질자원연구원에서는 집중호우에 따른 우리나라 지질특성과 국내·일본 기상자료를 바탕으로 ICT기반 지능형 산사태 조기경보시스템 개발
C32.지반조사/개량	• GPR을 이용한 지반내부 공동 탐사기술을 다양한 연구를 통해 국산화되었지만 데이터 후처리 SW 및 주요부품은 여전히 해외제품에 의존 - 미국 GSSI社는 교통 인프라 조사 목적의 차량탑재 다중채널 GPR시스템 및 소프트웨어를 개발하고 판매 - 일본 Geo Search社는 교통 인프라 조사를 위하여 탐사 장비를 개발하여 활용하며 현재는 60km/h의 속도로 자료 취득 수행이 가능 - 국내에서는 깊이 0.1~2.0m의 지반을 조사하고, 다중채널 GPR의 중첩해석기법을 이용해 지하내부의 공동을 탐사하는 기술을 개발
C33.육상/해상 기초	• 선진국에서는 기초공사에 건설로봇을 활용하는 연구가 추진 중이나 국내에서는 최근 건설자동화 연구가 추진될 것으로 예상 - 하버드대학교는 시트파일을 운반 및 시공이 가능한 자율로봇(Romu)을 개발하여, 토양 안정화 및 지속가능한 토지관리가 가능하도록 제공 - 스페인의 Euroimplementos社는 제어식 철거 로봇인 RDC22.20을 설계 및 제조하였으며, 이는 구조물의 철거뿐만 아니라 사람이 접근하기 위험한 곳에서 기초공사 및 암반파괴 등에 사용 - 국내에서는 도심지 구조물 인접공사 증가 및 공사부지 부족에 의한 흙막이 가시설 공법을 개선 및 개량하는 기술 개발

(4) 해양구조물

○ 기술수준을 기준으로 해양구조물 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고 기술보유국 대비 87.7%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 4위



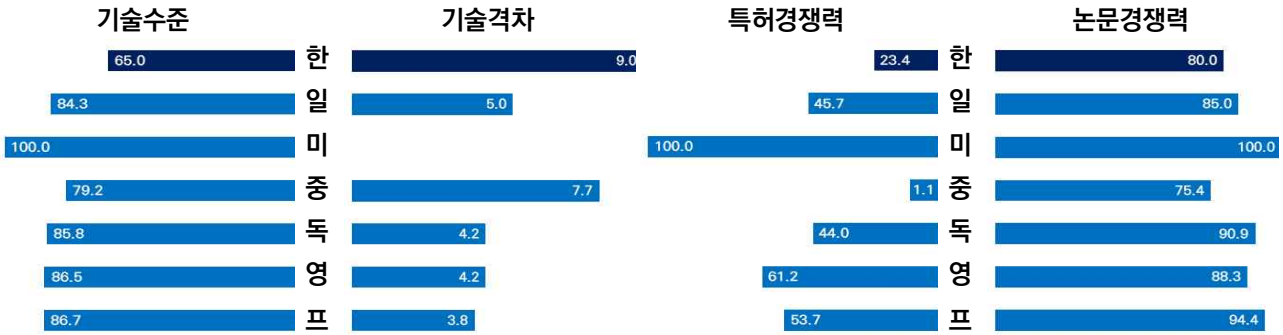
〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
C41.준설/매립	• 우리나라는 미국, 유럽 등과 비교하여 준설/매립 분야의 준설기술이나 친환경 기술 등에서 큰 기술격차가 없는 것으로 판단 - 미국의 Trimble社는 GNSS 기반의 고성능 위치기반을 통해 정확한 위치에 준설, 기초공사, 측량 등의 시공이 가능하고 유럽 국가들은 준설기술에 대한 첨단화 및 대형화 기술 개발을 추진 - 최근 국내에서는 친환경 재활용 기술이 각광 받으면서, 준설토를 재활용하는 방안에 대한 연구가 진행
C42.항만/해안 구조물	• 우리나라는 선진국 수준의 항만 방재시설 구축을 위한 기술개발을 추진 중에 있어 기술수준 격차가 축소 - 호주는 자연재해 중에 바람과 파도 피해를 줄일 수 있는 “Floating forst”를 개발하고 네덜란드는 항구 및 하천에서 회수된 플라스틱 폐기물을 재활용하여 6각형 블록의 부유식 공원을 설계 - 국내에서는 고파랑 대응 소파블록 및 상치구조물 등 기후변화에 대비하여 항만 방재기능을 강화하는 연구를 추진
C43.인공섬	• 한강의 세빛섬, 마산의 64만m^2 이상의 인공섬 등의 조성사례는 인공섬 분야의 우리나라 기술수준 향상에 기여 - 영국 카나리와프(Canary Wharf) 북쪽 부두 근처에 수공간을 활용하여 인공섬을 형성하여 부두에 정박해 있는 배 모양으로 철도역사를 구축 - 일본에는 폐기물을 매립하고, 매립이 완료된 인공섬을 스포츠 레저시설, 주택단지, 산업단지, 항만시설 등 다목적 활용하기 위한 Recycling Port가 추진 - 국내에서는 세빛섬, 마산해양신도시 등의 인공섬 시공사례를 보유
C44.수중구조물	• 우리나라는 해저도시, 해저호텔 건설이나 구체적인 계획은 없지만 수중건설용 로봇을 개발하는 등 관련 연구를 추진하고 있어 기술수준은 ’15년과 비슷한 수준 - 미국 잠수함 주식회사, 일본 시미즈 건설은 인류의 거주지 확보를 위한 해저도시 개발을 진행 중 - 국내에서는 수중환경조사와 유지관리, 구조물 설치, 케이블 매설 등이 가능한 수중 건설로봇을 국산화

(5) 특수구조물

○ 기술수준을 기준으로 특수구조물 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 65.0%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 6위



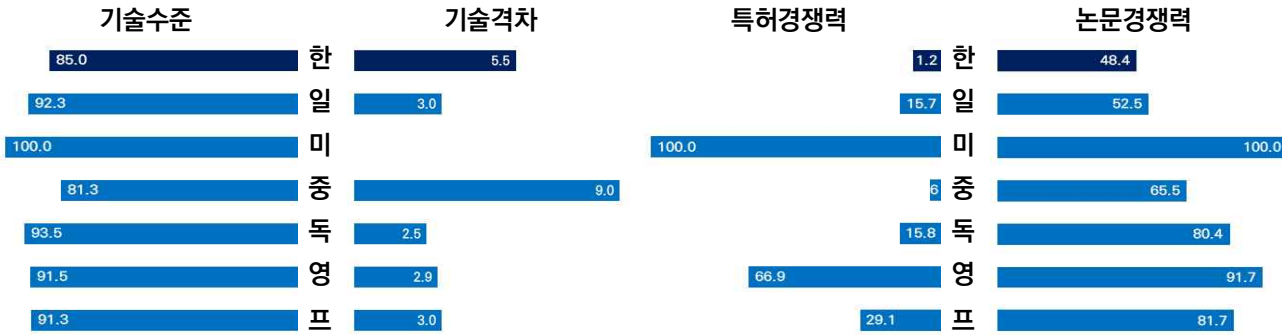
〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
C51.고압/극저온 구조물	• 우리나라에서도 고압/극저온 구조물에 대한 기술개발이 활발하나 성장기에 이르지 못하여 기술수준이 저평가 - 미국은 눈과 얼음을 녹일 수 있도록 탄소섬유와 특수 혼합물을 결합하여 새로운 형태의 전기전도성 콘크리트를 개발 - 독일에서는 400기압으로 수소를 저장하는 수소저장 용기, 수소의 압력을 높이는 압력기 등을 개발하여 상용화 - 국내에서는 영하 극한지 자원 개발 및 이송을 위한 영하 40도 이하의 2,000km급 장거리 자원 이송망-기반 구조물 설계 및 평가기술을 개발
C52.방호/방폭 구조물	• 우리나라에서도 방호/방폭연구단, 산업계 중심의 EMI/EMC 차폐재료 기술 개발 등을 추진하고 있으나 도입기에 가까운 기술로 기술수준이 저평가 - 미국, 일본, 유럽에서는 첨단 의료기기, 군사시설, 주요 사회기반시설의 보호를 위한 전자파 방해율을 저감하는 첨단 유무기 복합 건설재료 연구가 활발히 진행 중 - 미국의 University of Missouri 연구진은 폭발파에 대한 유리창의 위험성을 보완하기 위해 투명한 유리섬유로 구성된 폭발방지 얇은 유리패널을 개발 - 국내에서는 고성능 섬유보강 시멘트 복합재료를 활용하여 높은 강도와 에너지 흡수능력, 연성 거동이 우수한 재료에 대한 재료 개발
C53.우주 구조물	• 미국, 유럽, 일본, 중국 등은 달기지, 우주엘리베이터 등 우주구조물 건설에 대한 연구가 진행 중이나 우리나라는 기초연구 수준으로 기술수준이 저평가 - 미국은 달 기지를 건설할 수 있는 BILL-E(Bipedal Isotropic Lattice Locomoting Explorer) 로봇을 개발 - 유럽 우주국은 아폴로 프로젝트를 통해 얻은 암석 샘플 분석을 기반으로 하여 달의 인공토양 Regolith를 제작하여, 에너지를 저장할 수 있는 벽돌 개발 - 일본은 탄소나토퓨브로 만들어진 케이블을 두 개의 위성에 연결하여 소형 로봇이 안정적으로 움직일 수 있는지에 대해 검토하는 STARS-Me프로젝트를 수행 - 중국 칭화대학에서는 우주 엘리베이터를 만들 수 있는 세계에서 가장 강력한 탄소나노튜브 소재의 섬유를 개발 - 국내에서는 미항공우주국(NASA)의 제안을 받아 달 표면 환경을 그대로 재현한 '지반열 진공체임버'를 제작완성

(6) 수공구조물

○ 기술수준을 기준으로 수공구조물 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고 기술보유국 대비 85.0%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 7위



〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
C61.댐	• 우리나라 댐건설 기술은 일본 기술의 답습형태로 새로운 패러다임을 반영하지 못하고 있는 실정이나, 수중로봇을 이용한 댐 구조물의 균열보수 및 모니터링 기술개발을 통해 기술력을 향상 - 댐건설에 있어 공사비 절감 및 공기단축을 위한 전세계적인 노력이 계속되어 댐 형식 및 축조공법에 있어 다양한 기술개발 성과 창출 - 국내 댐 건설 사업은 타 사업에 비해 탬건설 기술 개발 투자가 저조 - 일본 오바야시구미社는 수심 100m에서도 선명한 영상을 촬영할 수 있는 인프라 점검 로봇 '디아구'를 개발 - 중국 Geneinno社는 수중 무인 드론에 팔을 설치하여, 제어 명령에 따라 운행이 가능하도록 개발 - 국내에서는 물에 잠긴 취수탑에 수중 드론을 투입해 확보한 영상자료를 토대로 댐 상태를 모델링 하고, 실제 유실 및 균열이 발생된 구간을 보강할 수 있는 댐 관련 보수공법 프로세스를 구축 및 개발
C62.하천시설	• 우리나라는 하천 종합정비계획에 따라 다양한 사업을 추진하고 있으며 관련 기술 개발을 통해 기술수준이 향상된 것으로 판단 - Zaha Hadid Architects社에서는 독일 함부르크의 심한 홍수를 방지하기 위하여 3층짜리 높이의 홍수방지방벽을 제작하여 강변 산책로를 조성 - 미국의 Kickstarter社에서는 원격제어 플로팅 수집기를 통해서 쓰레기를 제거하는 Trash Robot 기계를 제작 - 네덜란드의 Ocean Cleanup社는 하천 및 바다의 플라스틱 폐기물을 수집하기 위해 긴 플로팅 베리어와 컨베이어 벨트를 사용하여 쓰레기를 걸러내고 물이 계속 흐르도록 하는 Interceptor를 개발 - 영국은 템스강에 방류되는 하수문제를 해결하기 위하여, 하수를 저장하는 거대한 탱크역할의 슈퍼 하수도 터널을 건설 중 - 국내에서는 하천환경여건에 부합하는 하도안정화 및 하천재생 기술개발 추진 중

3.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 시설물 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	신소재 복합재료 교량	• 자원고갈, 환경오염 방지, 내구수명 연장 등을 위한 신소재 복합재료 수요가 증가하면서 나노 콘크리트, Arnite 복합재료 등 새로운 복합재료 연구 필요성 증대
	수중구조물	• 인구증가, 자원고갈, 기후변화에 따른 자연재해 증가 등으로 해저도시 개발의 수요가 증가하면서 수중구조물 시공 및 안전상태 점검을 위한 수중건설로봇에 대한 연구 필요성 증대
	방호/방폭 구조물	• 대상 시설물의 안전성을 극대화하면서 효율적인 방호대책을 마련하기 위해서 고성능 복합재료의 개발, 방호/방폭시설물 설계 및 적용기준에 대한 연구개발이 시급 - 사고 및 테러 시 발생하는 충격과 폭발은 국민의 생명과 재산에 심각한 손실을 유발, 발생건수와 규모는 점차 증가 추세
유망 중점	우주구조물	• 아폴로 11호의 달탐사 50주년을 맞이한 가운데 유럽·미국·러시아·일본 등 세계 각국이 앞 다투어 달 개발에 나서고 있으며, 인류의 우주 진출을 위해서는 달에 유인 기지를 건설하는 것이 필수적 - 달의 자원을 활용하는 '현지자원이용(ISRU:In-situ Resource Utilization)' 기술에 대한 관심 증가
미래 유망	비탈면 보호/보강/유지관리	• 전 세계적으로 산사태, 사면붕괴에 대응하기 위한 재해방지 기술을 확보하기 위한 움직임이 증가하는 추세 - 음향탐사, 항공 레이저 스캐닝과 같은 원격탐사, 육안조사, 앵커 관측, 고정 폴대 관측, GPS 관측의 지표탐사와 지중경사계, 진동계, 토양강도특성 및 토양 수분센서 등의 지중탐사와 관련된 모니터링 기술개발뿐 아니라, 데이터 처리 및 활용, 시설물에서의 의사결정 시스템에 대한 추가적인 연구 수행 필요
	준설/매립	• 국내외에서 해양 준설/매립의 경제성 확보를 위한 연구개발이 지속되고 있으며, 최근 친환경 재활용 기술이 각광 받으면서 해양 준설/매립 시 환경오염 저감, 준설토 재활용 증대 등 친환경 준설/매립기술에 대한 관심이 증대
	항만/해안 구조물	• 최근 기후변화 등으로 인해 우리나라에 내습하는 태풍의 규모가 증가하고 있으며, 기존 항만구조물(외곽시설)의 안정성 확보방안이 문제점으로 대두 - 상향된 설계외력에 저항하면서 경제적 건설이 가능한 설계기술의 개발 필요
	인공섬	• 주택난 해결, 기피시설 건설, 새로운 도시 및 조경 건설 등 다양한 문제를 해결하고 새로운 비전을 위해 많은 국가들이 '인공섬'에 주목 - 세계 각국에서는 최근 증가하는 인구 대응뿐만 아니라 랜드마크 건설을 통한 도시경제 활성화 등의 이유로 인공섬들이 건설되고 있는 추세

3.5 기술격차 해소방안

○ 시설물 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 준설/매립, 고압/극저온 구조물 외 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 해저/대심도, 지반조사/개량, 준설/매립, 고압/극저온 구조물, 우주구조물 기술의 기술격차를 해소하기 위해 장비/설비 등 인프라를 구축하는 것이 가장 시급

〈시설물 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
교량	강구조/합성구조 교량	ㅇ	•	◎				
	콘크리트 교량	ㅇ		◎		•		
	신소재 복합재료 교량	•	•	◎		ㅇ		
	케이블 교량	ㅇ	ㅇ	◎				
터널/지하공간	육상	ㅇ		◎		•		
	침매/부유식	ㅇ		◎		•		
	해저/대심도	◎		◎		ㅇ		
	지하대공간	ㅇ		◎			•	
비탈면/지반/기초	비탈면 보호/보강/유지관리	•		◎				ㅇ
	지반조사/ 개량	◎		◎				◎
	육상/해상 기초	ㅇ		◎				◎
해양구조물	준설/매립	◎		ㅇ			•	
	항만/해안 구조물	ㅇ		◎				ㅇ
	인공섬		ㅇ	◎			ㅇ	
	수중구조물	ㅇ	•	◎		•		
특수구조물	고압/극저온 구조물	◎	◎	ㅇ		ㅇ		
	방호/방폭 구조물	ㅇ		◎		ㅇ		
	우주 구조물	◎	ㅇ	◎				
수공구조물	댐	•		◎		ㅇ		
	하천시설			◎		ㅇ	•	•

〈시설물 분야 기술격차 해소방안〉

교량	강구조/합성구조 교량	• 스테인리스강, 고성능 내후성 강재 등을 이용한 교량의 기술력 축적을 위해 응용개발 연구에 대한 지원 필요 • 노후 강합성 교량의 급속 전면교체 및 부분교체를 위한 시공방법을 개발하고 교량 연결부의 구조성능을 개선하기 위한 공법 등을 개발
	콘크리트 교량	• 공기단축, 품질향상 등을 위한 모듈화 공법, 스마트 조립, 용접 자동화 등 스마트 건설기술을 개발하기 위해 산업체, 대학, 출연(연)의 협업이 필요 • 친환경 콘크리트, 자기치유 콘크리트 등을 응용하기 위한 연구 추진 필요 • 3D 프린팅을 이용한 교량건설 기술 개발을 위하여 3D 프린팅 건설기술, 재료기술 등에 관한 기초 및 응용개발 연구에 대한 지원 필요
	신소재 복합재료 교량	• 신소재 복합재료 교량개발 수요에 대응하고 건설시장에 주도적인 입지를 갖기 위해서 다양한 기초원천 연구 및 응용개발 필요 • 이미 개발된 신소재를 교량에 적용하여 성능을 검증할 수 있는 실증을 위한 연구장비 및 인프라 개발 필요
	케이블 교량	• 케이블 교량의 글로벌 경쟁력을 강화하기 위하여, BIM기반의 케이블교량의 전주기 통합 관리시스템 개발 및 재난, 재해 위험도 평가 등의 유지관리에 대한 연구 필요
터널/지하공간	육상	• 전세계적으로 차세대 교통수단으로 각광받고 있는 하이퍼루프 개발을 위하여 기초연구부터 응용개발연구까지 단계적인 지원이 필요 • 유럽국가들은 지열을 터널 상부의 구조물에 공급하는 터널 에너지 라이닝 시스템 기술을 개발하여 상용화하고 있어, 국내에서도 에너지 효율 향상을 위한 관련 기술개발이 필요
	침매/부유식	• 장경간 서스펜션 구조 유체-고체 결합 메커니즘, 심층수 환경 조건에서의 해저터널 구조 지지력 특성, 열악한 해양 환경 조건에서의 구조 시스템 안전성, 고인성 고강도 특수 구조 신소재 개발, 시공공법, 장비제조, 위험성 평가 등과 관련된 꾸준한 연구 필요
	해저/대심도	• 초장대 해저터널 및 복층터널의 터널건설 시공, 환기 및 방재기술을 통해 다양한 기초원천 기술 및 응용개발 필요
	지하대공간	• 철도역사를 중심으로 하는 대규모 지하공간 필요성이 증대됨에 따라 관련 국제 공동연구 및 기초원천 기술력을 확보하기 위한 연구 필요 • 지하공간에 대한 실내 공기질을 인공지능 기반의 공조환경 관리 기술을 통해 선제적으로 황사, 초미세먼지 등의 외부환경에 지능적으로 대응하는 연구 필요
비탈면/지반/기초	비탈면 보호/보강/유지관리	• 기초기술은 확보된 상태이며 응용기술이나 개량 공법개발이 요구 • 친환경 비탈면 보호/보강 기술 확보를 위해 친환경 녹생토 재료 개발, 시공법 개발, 유지관리 기술 등의 연구개발 지원
	지반조사/개량	• 지반 함몰 등과 관련하여 비파괴 및 물리탐사 분야에서 국산화 되지 않은 데이터 후처리, GPR 장비 주요부품 등에 대한 연구개발 및 사업화 지원 필요 • 기존의 지진 조기경보 서비스를 고도화하여 P파를 분석하여 지진특성(위치 및 크기) 분석, 예상 강도 및 피해지역을 계산하여 S파 도착이전에 사용자에게 경고 메시지 전달할 수 있는 연구 필요
	육상/해상 기초	• 구조물의 철거뿐만 아니라 사람이 접근하기 위험한 곳에서 기초공사 및 암반파괴 등에 사용 가능한 건설로봇 개발 및 사업화와 실용화 연구개발 추진 필요 • 해상풍력 발전기 수요 증가로 인한 해상 설치기술 개발에 대한 기술적 요구가 증대되고 있는 상황으로 기존 해상풍력 발전기 기초기술의 대한 응용기술개발 필요

해양 구조물	준설/매립	• 최근 친환경 재활용 기술이 각광 받으면서, 준설토를 재활용하는 방안에 대한 연구 필요 - 생태무득성의 고화재를 제조하고, 양친성 고분자재료를 사용하여 오염준설토 정화 및 유용화 기술 등 응용 기술 개발이 필요
	항만/해안 구조물	• 바람에 의한 해안가의 피해 경감을 위한 플로팅 구조물의 응용연구 확대가 필요 • 재활용 폐플라스틱과 연계된 친환경적 부유식 공원 설계 기술 개발이 필요
	인공섬	• 친환경 도시, 레저·복합스포츠 문화시설에 대한 수요가 증가함에 따라 기존개발 기술을 집약시킨 인공섬 사업화 모델 제시로 국제 경쟁력 기술확보와 더불어 응용기술개발 필요 • 전문 연구인력 양성을 통한 R&D 생태계 확보 노력 필요 • 인공섬 건설에 따른 환경영향평가, 홍수 및 태풍에 대비한 재난재해 대비 등 친환경 인공섬 건설을 위한 연구 필요
	수중구조물	• 수중인프라 건설 및 유지관리 기술에 대한 필요성이 증대됨에 따라 관련 국제공동 연구 및 기초원천 기술력을 확보하기 위한 연구 필요 • 기술 선진국과 공동으로 기초원천 연구 추진을 통한 기술경쟁력 제고노력 필요
특수 구조물	고압/극저온 구조물	• 세계적으로 에너지 자원의 감소 및 탄소 배출량 저감에 따라 극한지역의 대한 관심이 고조되고 이에 따라 극한환경 대응형 구조설계기술, 극저온 대응 재료 기술 등 기초원천 연구 투자가 필요 • 수소연료에 대한 관심 증대에 따라 고압/극저온 구조물인 수소 충전소 및 인프라 구축 기술 개발 필요
	방호/방폭 구조물	• 방호/방폭 재료를 적용한 방호/방폭 구조물 설계 기술 개발을 위하여 방호/방폭 구조시험이 가능한 인프라를 개발 필요 • EMI/EMC 차폐재료의 구조물 적용을 위한 산학연 공동연구가 필요하며, 이를 통한 사업화 연계개발 투자가 필요
	우주 구조물	• 기초원천연구를 통한 우주구조물 분야 기술기반 구축 및 기술자립도 증대 필요 • 선진국과의 국제공동연구를 통해 달과 화성으로부터 입수한 토양만으로 건설자재를 제조하는 기술을 개발 필요
수공 구조물	댐	• 재료와 시공기술측면에서 미리 설정해 놓은 한계범위를 벗어나 다양한 기술들이 융합되는 경제적인 댐 기술 개발 필요 • 기 개발된 수중건설로봇을 활용하여 댐 구조물의 균열보수 및 모니터링하는 응용 개발 연구 지원 필요
	하천시설	• 하천의 기능, 이용, 비용을 체계적으로 관리하기 위한 하천시설 유지관리 기법과 정책지원 도구의 개발 필요 • 하천 정화를 위한 로봇시스템 및 재료 연구개발이 필요하며 홍수방지 및 친수 시설을 위한 하천 재정비를 통해 연구성과의 실무활용성 증진 필요

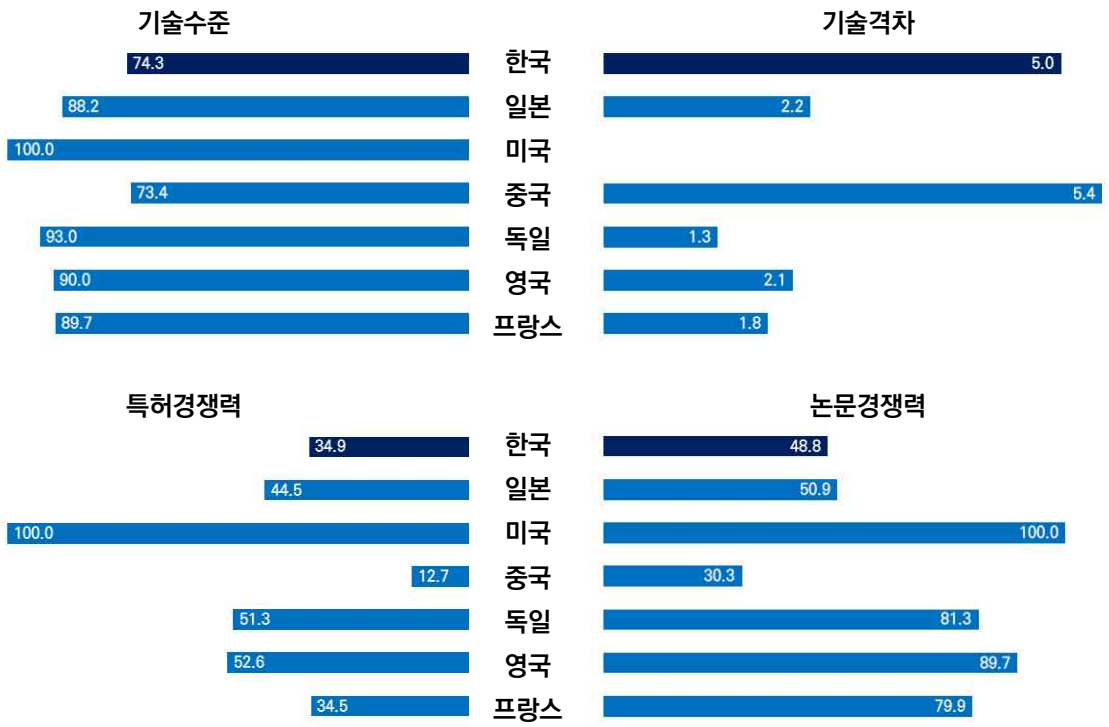
4. 플랜트

4.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
D.플랜트	D1.발전플랜트	D11.화력발전
		D12.수력발전
		D13.원자력발전
	D2.자원개발플랜트	D21.합성가스
		D22.오일샌드/셰일가스추출
		D23.극한지역자원개발
		D24.자원이송
		D25.천연가스
	D3.신재생에너지플랜트	D31.풍력
		D32.해양
		D33.바이오
		D34.폐기물
		D35.태양
		D36.지열
		D37.수소생산/인프라
	D4.환경플랜트	D41.해수담수화
		D42.수처리
		D43.대기오염방지
		D44.이산화탄소 저감

4.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 74.3%(5.0년, 6위)이며 특허경쟁력 순위는 5위, 논문경쟁력 순위는 6위

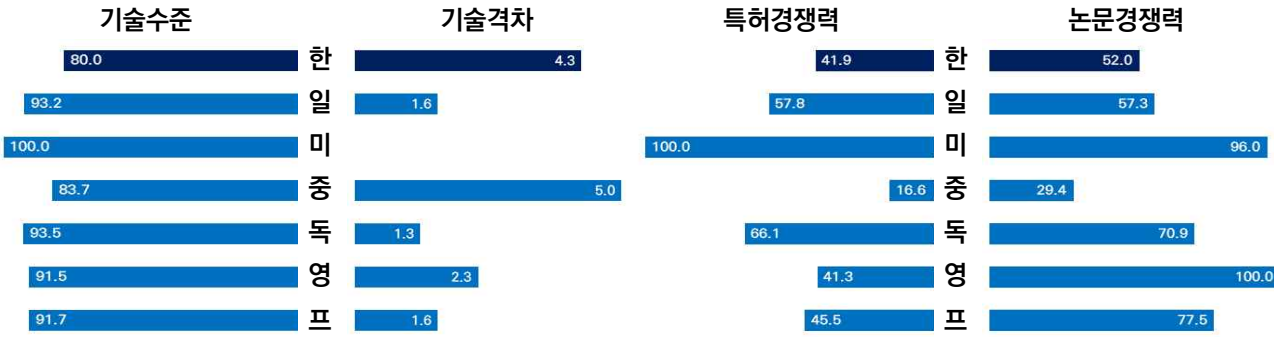


4.3 중분류 단위 기술수준

(1) 발전플랜트

○ 기술수준을 기준으로 발전플랜트 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 80.0%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



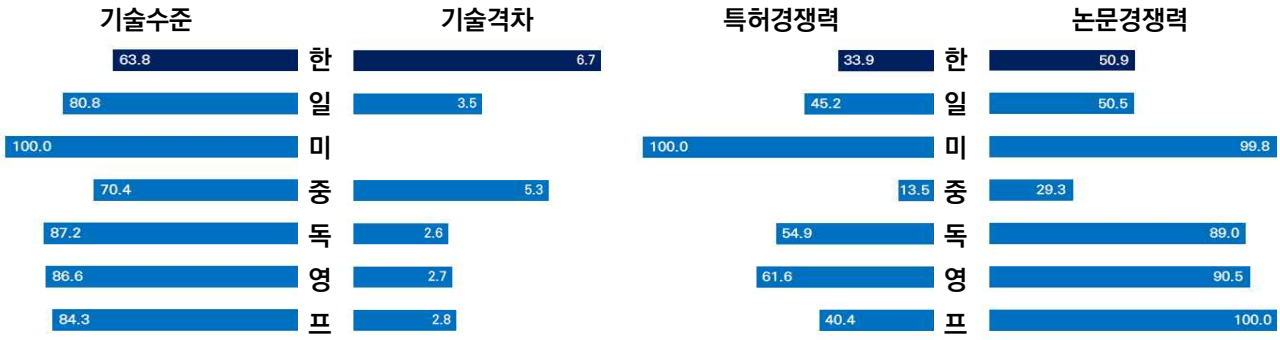
〈발전 플랜트 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
D11.화력발전	• 우리나라는 최근 미국과 협력하여 친환경 화력발전 기술을 개발하여 실증 플랜트를 통해 검증하였으며 이에 따라 화력발전 분야의 기술수준이 향상된 것으로 평가 - 미국의 에너지기업들은 에너지부는(DOE)의 지원으로 친환경 화력발전 플랜트 건설을 위한 CO2 원천분리 및 배가스 불순 제거할 수 있는 가압순산소연소시스템을 개발 - 유럽과 미국 등은 케미컬루핑연소 기술의 효율성 향상을 위해 고체입자의 산소 전달량과 산소전달 반응성능, 순환유동층 연소시스템 효율 향상 등의 연구를 추진 - 최근 우리나라에너지기술연구원에서 순산소 연소를 통해 석탄 화력발전의 이산화탄소를 원천 분리할 수 있는 '순산소 순환유동층 보일러 원천기술' 개발에 성공하였으며, 이를 실증규모(2MWe)급에 적용하기 위한 기술개발을 진행 중
D12.수력발전	• 우리나라는 엇회전 펌프 개발 등의 다양한 소수력발전 기술을 개발하고 있어 기술력이 향상되었으나 수력발전 운영 디지털화 분야의 연구는 미흡한 상황 - 친환경·신재생에너지 개발 정책에 따라 소규모 전기 생산이 가능한 소수력발전의 효율성 향상을 위해 유럽, 한국 등은 역회전 펌프터빈을 개발 - GE는 스페인 수력발전소가 스마트하게 전력을 생산할 수 있도록 수력발전 운영을 디지털화 할 수 있도록 관련 소프트웨어와 컨설팅 서비스를 제공
D13.원자력발전	• 우리나라는 핵융합발전 기술개발을 위해 국제공동 핵융합 원자로 개발 프로젝트에 참여하고 있어 핵융발전에 대한 기술력은 우수하나, 원전에 필요한 해체 기술 확보는 부족한 실정 - 미국, EU, 러시아, 일본, 한국, 중국, 인도 등 7개국은 핵융합발전 상용화 가능성 실증을 위한 국제공동 핵융합 원자로 개발 프로젝트인 ITER에 참여 중 - 현재 미국, 영국, 독일, 일본 등 원자력 선진국에서는 원전을 해체한 경험을 가지고 있으며 기술의 안전성 및 경제성 향상을 통한 경쟁력 확보에 주력 - 국내에서는 선진국 최고기술 수준을 목표로 원자력시설 해체 전과정에서 필요한 기술을 도출하고 부처별 역할을 구분하여 미확보 기술을 개발 중

(2) 자원개발플랜트

○ 기술수준을 기준으로 자원개발 플랜트 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 63.8%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



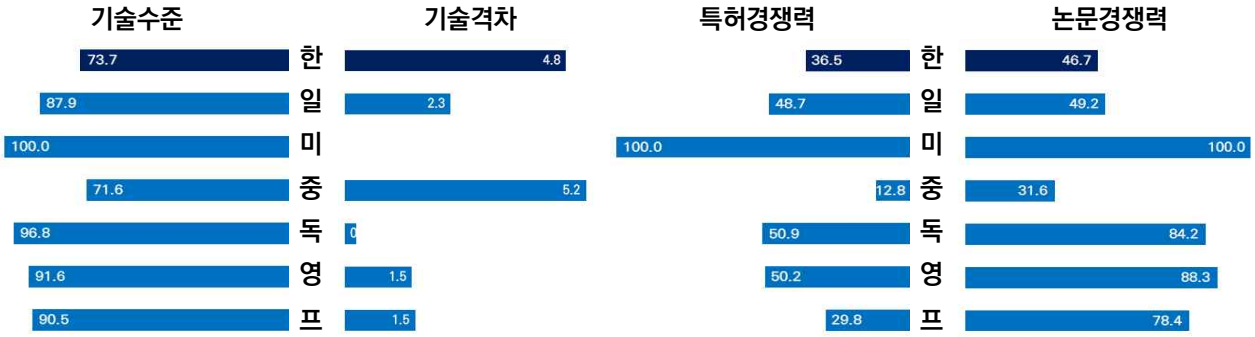
〈자원개발 플랜트 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
D21.합성가스	• 우리나라는 상용급 가스화플랜트로부터 생산된 합성가스의 일부를 활용해 연료전지를 구동하는 파일럿급 연구를 수행하는 반면 미국, 일본 등은 실증연구 단계로 접어들어 기술수준의 격차가 존재 - 일본 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)와 오사키쿨젠(OSAKI CoolGen)은 석탄가스화 연료전지 복합발전(IGFC) 실증사업을 추진 중 - 국내에서는 '18년 IGCC 합성가스와 해양미생물을 활용해 연간 330톤의 수소를 생산할 수 있는 실증 플랜트 준공
D22.오일샌드/ 셰일가스 추출	• 국외는 오일샌드 생산 열공법 상용화에 따른 온실가스에너지 소비 저감 공법이 연구되고 있으며, 우리나라는 오일샌드플랜트 핵심공정을 제외한 모듈 제작 상세분야의 실용화 단계에 도달 - Alberta 주정부에서는 '19년부터 오일샌드 부분개질기술 실증개발에 투자 진행 중 - 오일샌드플랜트 모듈화 제작 시공기술 개발이 '20년 완료되며, 후속 비전통오일 생산기술 개발 예정
D23.극한지역 자원개발	• 국외는 사업 리스크 감소, 투자효율성, 이동 제약 차원에서 모듈화 건설공법이 확산 단계에 있으며, 우리나라는 에너지자원 플랜트 적용성 확보를 위한 선행연구 단계 - 러시아에서는 초대형 북극에너지개발 프로젝트인 야말LNG 개발사업이 '17년에 1차 완성되어 생산에 들어갔으며, 야말 후속 2단계로 사할린 프로젝트를 계획 중 - 국내에서는 북극권 에너지자원 플랜트 현지 적용기술에 관한 연구가 건설환경 정립, 사업리스크 확률분석, 현지화 플랜트 공정의 개념설계 등에 관한 연구가 진행 중
D24.자원이송	• 우리나라는 동토에 시공을 위한 지반 안정성 설계기술을 연구하고 있으며, 국외에서는 오일가스 개발현장과 수요처를 연결하는 관망에 대한 안전성, 자산관리 기술에 집중 - Trans Mountain Corporation에서 2018년부터 1150km 규모의 프로젝트를 추진 중이며, 안선성, 환경오염에 대한 규제 강화 추세 - '19년 동토 자원이송망 설계시공 기술개발 완료 후 자원이송 스테이션, 관망 시공 자동화 기술을 기획
D25.천연가스	• 우리나라는 대형 GTL 플랜트 기술과 모듈형 마이크로 GTL 원천기술을 일부 확보하고 있으나 상용화를 위해서는 연구가 필요한 상황 - 국내에서는 모듈형 마이크로 GTL 원천기술 자체개발에 성공하였으나 컴팩트 GTL 모듈화 공정, 마이크로 반응기 공정 등의 연구가 필요한 상황

(3) 신재생에너지 플랜트

○ 기술수준을 기준으로 신재생에너지 플랜트 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 73.7%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



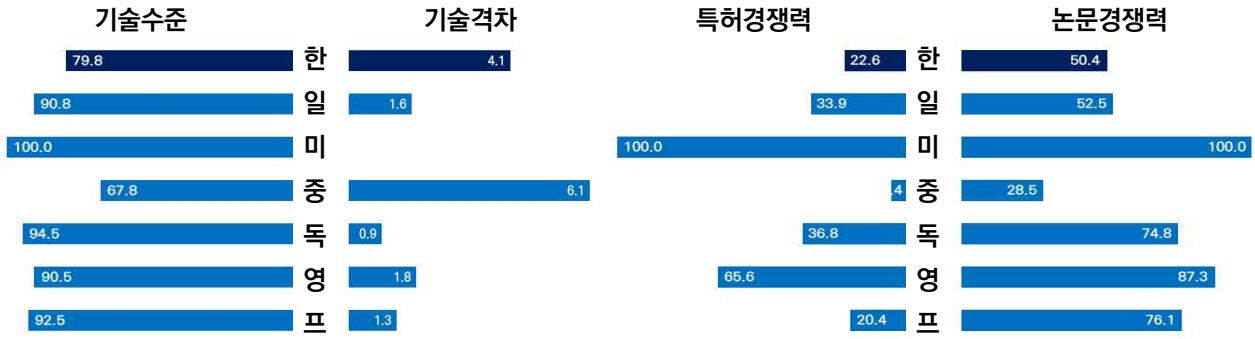
〈신재생에너지 플랜트 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
D31.풍력	• GE는 '18년 6월, 로터 직경 260m, 용량 12MW 세계 최대의 풍력 발전기 Haliade-X 개발 및 시범 설치 • 국내 풍력발전설비 업체는 4.2MW와 5.56MW급 풍력발전설비 개발에 성공하여 대형 풍력 터빈 생산 체계 구축, 현재 8MW급을 '22년 상용화 목표로 개발 중
D32.해양	• 영국 Atlantis사는 GE와 합작하여 로터직경 20m, 발전용량 2MW의 세계 최대 발전설비 AR2000을 설계 완료하여 현재 제작 중 • 영국 STP社는 고정식 조류발전 한계를 극복하기 위해 60m 규모의 부유식 조류발전 장치 SR2000을 개발하여 연간 3GW 전력 시범생산에 성공 • 우리나라는 유속 2m/s 이상 조건에서 발전출력 200kW, 발전효율 25%의 조류발전기 KS200을 개발하고 진도 울돌목에 시험시설을 설치하여 가동 중
D33.바이오	• 미국은 온도별 혐기성 소화, 반응기 형태별 혐기성 소화, 바이오가스 이용기술개발에 역점 • 유럽의 경우 대규모 집중형보다는 중소규모 농가형 바이오가스 플랜트의 설계 및 운전에 대한 기술개발이 활발
D34.폐기물	• 미국은 1일 1,000톤 이상의 폐기물 에너지 생산 시스템을 개발하여 상용화하였으며 일본은 에너지 회수율 증가 관련 연구개발 추진 중 • 국내 폐기물처리 기술 중 소각열 이용기술 분야는 에너지 회수 고효율화 기술을 중심으로 개발되고 있으며, 고효율 소각일체형보일러 시스템을 개발
D35.태양	• 기존 실리콘 태양전지 대비 저가이며 고효율을 보이는 페로브스카이트 소재를 사용한 태양전지 개발을 위해 세계 각국에서 활발한 연구 추진 중 • 국내 태양전지설비 기술은 효율 22% 수준인 440W 단결정 태양전지 개발하여 상용화에 성공하였으며 효율 증대 및 생산성 확보 위한 연구 진행 중
D36.지열	• 고온 열수 발전분야에서는 마그마까지의 시추를 통해 생산정당 30~40MW의 고출력을 달성하기 위한 프로젝트가 유럽에서 추진 중 • 우리나라는 '12년 신재생에너지 확대 정책의 일환으로 지열발전 연구개발을 추진하였으나 '17년 발생한 포항지진과 연계성 문제로 현재는 정체 상황
D37.수소생산/인프라	• 유럽, 미국, 일본은 가스화 및 발효 공정을 통해 생산된 수소의 경제성 확보를 위해 합성가스 고부가가치화, 타 발효 공정과의 연계 등 상용화 기술개발 추진 • 우리나라는 저온 수전해 시스템 제작 기술을 보유하고 있으나, 그 외 기술은 연구실 규모의 기초 연구단계

(4) 환경플랜트

○ 기술수준을 기준으로 환경플랜트 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 79.8%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



〈환경플랜트 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
D41.해수담수화	• 우리나라는 해수담수화 관련 연구를 지속적으로 투자하고 있으며 해외에 기술이전을 수행할 정도로 기술수준이 향상되었으나 O&M 분야의 기술력은 부족한 상황 - 미국, 유럽 등은 기존 해수담수화 플랜트의 한계를 극복하기 위하여 에너지 저감 기술 및 분리막 소재를 개발하여 해수담수화의 효율성을 향상 - 글로벌 IT 솔루션 기업들은 해수담수화 플랜트 운영비용을 줄이기 위해 다양한 역삼투압 해수담수화 플랜트 O&M 기술을 개발 - 국내에서는 세계 최초, 최대 규모(1,000m^3/일) 정삼투 기반 담수화 파일럿플랜트를 통해 정·역삼투 융합 담수화 기술을 개발
D42.수처리	• 선진국에서는 화학품, 다저항성 박테리아, 기름 분리 등 다양한 수처리 기술이 개발되고 있으나 우리나라는 폐수처리에 국한된 연구를 수행 - 미국, 영국, 일본 등은 물 부족을 극복하기 위해 하수·폐수 처리의 효율성 향상 및 비용 절감을 위한 기술개발을 추진 - 국내에서는 발전소용 친환경 수처리 기술인 폐수무방류처리(ZLD, Zero Liquid Discharge)을 자체개발하여 발전소 및 중소형 공단 폐수처리에 적용
D43.대기오염방지	• 우리나라는 최근 미세먼지와 관련하여 사회적으로 이슈가 되면서 최근 다양한 연구개발이 추진되고 있어 향후 기술수준이 향상될 것으로 전망 - 미국, 영국, 일본 등 선진기업들은 플랜트에서 배출되는 유해물질을 제거하기 위해 다양한 기술들을 개발 - 미세먼지가 건강에 치명적인 영향을 미침에 따라 세계 각국은 집진기의 다양한 필터기술 혁신을 위해 기술개발을 추진 중 - 국내에서는 에너지 생산 부문의 대기오염 방지를 위해 배기가스의 배출농도 총량 제어와 SOx, NOx 및 PM2.5 등의 분리 및 제거기술을 개발
D44.이산화탄소 저감	• 선진국에서는 CO_2 포집뿐만 아니라 포집한 CO_2를 활용하는 기술을 적극적으로 개발하는데 반해 우리나라는 포집 및 저장 기술에 제한적으로 연구를 수행 - 미국, EU, 일본 등은 이산화탄소 저감을 위한 CCUS 기술로드맵을 작성하고 국가 차원의 기술개발을 추진 중 - 국내에서는 국가연구개발사업을 통해 CO_2 포집, 저장, 전환 관련 원천기술을 개발하고 실증연구를 수행

4.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 플랜트 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 플랜트 분야는 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야가 없음

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	오일샌드/셰일가스 추출	• 전통 에너지 자원의 고갈과 에너지 가격 상승으로 비전통 에너지 자원인 오일샌드/셰일가스의 수요 증대로 국내에 매장돼 있는 비전통 에너지 자원 탐사, 해외 에너지 자원 개발, 비전통 에너지 자원 채굴기술 개발 등 기술개발 필요성 증가 - 오일샌드/셰일가스는 전 세계적으로 고르게 다량이 매장되어 있어 전통 에너지 자원을 대체할 수 있는 자원으로 부각되고 있으며, 채굴기술 개발에 따른 비용 감소로 오일샌드/셰일가스 개발이 확대
	극한지역 자원개발	• 손쉽게 자원 확보가 가능했던 육상의 전통 에너지 자원이 고갈됨에 따라 극한지 자원을 확보하기 위한 탐사, 시추, 수송망 건설 기술 확보가 필요 - 전세계 원유 및 가스 자원의 약 22%가 영구동토 조건을 갖는 극한지에 매장되어 있어 이를 선점하기 위한 각국 간 경쟁이 치열
	천연가스	• 천연가스의 단순 정제를 넘어 화학반응을 통해 산업전반에 활용되는 경유, 항공유, 나프타 등의 고부가가치 액상 석유제품으로 변환시키는 GTL 기술이 상용화되면서 관련 공정개발의 중요성 증가 - GTL 공정으로 만들어진 연료는 일반 원유 정제제품과 달리 중금속과 같은 대기오염 유발 물질의 함량이 매우 낮고 이산화탄소 배출량도 낮아 청정연료로 인식
	폐기물	• 지속적으로 강화되는 각종 환경규제 강화에 대응하여 환경오염 배출 물질의 에너지화 등에 대한 기술수요가 증가 - 국외에서는 소각열을 이용한 폐기물처리 기술개발 분야에서는 에너지 회수율을 높이기 위한 연구가 활발하게 진행 중
	수소생산/인프라	• 수소경제 활성화 로드맵에 따르면 수소 액화·액상화 기술, 수소운반선박, 액화플랜트 등 관련 인프라 기술개발 등을 통해 해외 생산 수소 인수기지 건설을 계획하고 있어 향후 수소생산/인프라 분야의 중요성이 부각될 것으로 예상
미래유망	태양	• 신재생에너지 공급의무비율 증가, 태양광/태양열 에너지 발전의 효율성 증대 등으로 태양에너지 분야의 보급은 확대될 것으로 전망되며 관련 소재 기술개발이 핵심으로 부상될 것으로 예상 - 정부는 '17년 재생에너지 3020 이행계획을 발표하여 '30년까지 태양광과 풍력 비중을 발전량 대비 20% 확대하고 이를 위해 도시형 태양광 확대 등의 추진 과제를 제시
	지열	• 비화산지대에서의 인공저류층 지열시스템 혹은 인공 저류층 생성 기술(Enhanced 또는 Engineered Geothermal System; EGS)을 이용한 지열발전 기술의 규모 확대로 경제성 확보를 위한 연구가 세계 각국에서 진행 중 - 연간 1,000억 원 이상의 시장이 형성되어 있으며, '17년 말 기준 총 설비용량은 1,036MW 규모
	수처리	• 산업화와 도시화에 따른 원수 수질의 악화로 인하여 기존 정수처리 공정으로는 안정적인 수질을 확보하는데 한계를 가지고 있으며, 기존 정수처리공정보다 강화된 새로운 고도처리공정에 대한 필요성 급증 • 최근 수처리 분야에서는 IT 기술을 활용한 스마트워터 관리기술 개발 진행

4.5 기술격차 해소방안

○ 플랜트 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 발전플랜트(화력, 수력, 원자력), 합성가스, 자원이송, 풍력, 폐기물, 해수담수화, 이산화탄소 저감 외 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가

- 발전플랜트(화력, 수력, 원자력), 합성가스, 오일샌드/셰일가스 추출, 자원이송, 풍력, 바이오, 이산화탄소 저감 기술의 기술격차를 해소하기 위해 장비/설비 등 인프라를 구축하는 것이 가장 시급

〈플랜트 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
발전 플랜트	화력발전	◎	•	ㅇ	•	•		•
	수력발전	◎		ㅇ				•
	원자력발전	◎	ㅇ	ㅇ		◎		
자원 개발 플랜트	합성가스	◎		ㅇ				•
	오일샌드/셰일가스 추출	◎	ㅇ	◎				
	극한지역자원개발	ㅇ		◎		•		
	자원이송	◎		ㅇ		•		•
	천연가스	ㅇ		◎		•		
신재생 에너지 플랜트	풍력	◎		ㅇ				•
	해양	ㅇ		◎		•		
	바이오	◎		◎			ㅇ	
	폐기물	•		ㅇ			•	◎
	태양	ㅇ		◎			ㅇ	◎
	지열	ㅇ	•	◎				
	수소생산/ 인프라	ㅇ		◎		ㅇ		
환경 플랜트	해수담수화	•		ㅇ				◎
	수처리			◎		•		ㅇ
	대기오염방지	ㅇ		◎		•		
	이산화탄소 저감	◎		ㅇ		•		

〈플랜트 분야 기술격차 해소방안〉

발전 플랜트	화력발전	• 국내의 대용량 석탄 순환 유동층 보일러 발전 설비는 현재 국내 라이선스가 존재하지 않아 해외 기업에 많은 라이선스 비용을 지불해 건설하고 있는 실정 - 이에 2MWe급 초임계 순산소 순환 유동층 보일러 기술을 개발하고 상용규모 발전 플랜트 기본설계 데이터(BEDD)를 확보해 플랜트 건설 국산화 필요
	수력발전	• 비교적 안정화 단계 플랜트로 사업과의 연계성이 관건이며, 이에 따른 응용 개발과 이를 뒷받침 할 정책 필요
	원자력발전	• 우리나라의 경우에는 연구로 및 우라늄 변환 시설의 해체를 통하여 소규모 저방사능 시설의 해체 기술을 확보한 상태이나, 원전의 경우는 계속운전에 중점을 두어왔기 때문에 원전에 필요한 해체 기술의 확보는 부족한 실정 - 원전 해체 상용화 기술 개발을 통해 미확보 기술에 대한 지속적인 기술 개발 필요
자원개발 플랜트	합성가스	• Pilot 급으로 개발된 폐기물 합성가스 생산기술과 연료화 기술의 실증플랜트 또는 상용규모 기술개발이 추진되지 못하고 있음에 따라 국가 주도의 기술개발 필요
	오일샌드/셰일가스 추출	• 국내 기술 접목을 위한 응용개발이 필요하며, 연구개발을 위한 인력양성 및 연구 장비 등 인프라 개발 필요
	극한지역자원개발	• 모듈화를 위해서는 경량화가 필수적이며 이에 따라 이중 방호(완전방호) 방식 보다는 단일방호 방식의 LNG 저장탱크가 상용화되어 있음 - SCP(Steel Concrete Panel)을 이용한 6만m3 급의 독립형 내조, 완전 방호 시스템의 모듈형 LNG 저장탱크 개발지원 필요
	자원이송	• 영구동토를 대상으로 자원이송망의 안전성과 건설비용을 저감할 수 있는 국가 인프라(장비/설비) 개발 지원 필요
	천연가스	• 해외 오일·가스 메이저 기업들은 다양한 환경과 기후에 설치가 가능한 dehydration 기술개발이 이루어지고 있음 - 극한 환경자원 개발 선점을 위해 gas dehydration 기술 개발 필요

신재생 에너지 플랜트	풍력	• 국내 풍력발전기는 7MW급까지 개발하였으나, 현재 상용화 조달이 가능한 최대 용량의 풍력 발전기는 3MW가 유일 - 사업화와 연계하여 경제성을 높일 수 있는 하부지지 구조 및 풍력타워 시공 기술에 대한 응용개발 연구 필요
	해양	• 해양에너지 단일발전의 단점으로 지적되어 온 낮은 발전량을 증대시키고 해상부지를 효율적으로 활용하기 위해 해상풍력발전에 파력발전을 접목시킨 기술에 대한 지속적인 지원이 필요
	바이오	• 세계 주요국에 비해 우리나라의 관련 바이오 에너지 관련 정책 및 투자가 미흡한 만큼 산업 활성화를 위한 투자와 해외진출 지원 필요
	폐기물	• 다양한 폐기물을 대상으로 사업화가 필요하며, 이를 뒷받침할 응용개발과 기술지원을 위한 산학연 공동연구 필요
	태양	• 태양광 발전단지를 위한 부지 확보, 우리나라의 기상 조건, 장비의 안정성 등을 감안한 정책목표 제시 필요
	지열	• 인공저류층 지열시스템 혹은 인공 저류층 생성 기술(Enhanced 또는 Engineered Geothermal System; EGS)을 이용한 지열발전 기술의 규모 확대로 경제성 확보 필요
	수소생산/인프라	• 수소제조의 저비용 및 대량 생산 기술, 수소용 연료전지를 뒷받침할 수 있는 수소저장 기술 및 인프라 구축 기술 개발 필요
환경 플랜트	해수담수화	• 우리나라 기업의 시장경쟁력 확보를 위한 핵심기술 개발이 필요하며, 이를 위한 연구장비 및 인프라 개발이 필요. • 신소재 기술을 이용한 소재(카본나노튜브, Aquaporin Membrane 등) 개발에 대한 다양한 기초 원천연구 및 응용개발 필요
	수처리	• 기존 정수처리 공정으로는 안정적인 수질을 확보하는데 한계를 가지고 있으며, 기존 정수처리공정보다 강화된 새로운 고도처리공정에 대한 기초 원천연구 및 응용개발 필요
	대기오염방지	• 미세먼지 처리 소재 및 공정개발 기술 분야, 스크러버 분야, ICT 기반 대기오염물질 관리 분야에 대한 기초 및 응용개발 연구가 필요하며, 사업화 연계 개발 필요
	이산화탄소 저감	• 국내 주요 산업인 발전, 철강, 시멘트, 석유화학 등은 이산화탄소 대량 배출원으로, 관련 산업공정 분야를 대상으로 연소 후 이산화탄소 포집기술 적용을 위한 실증 및 상용화 필요

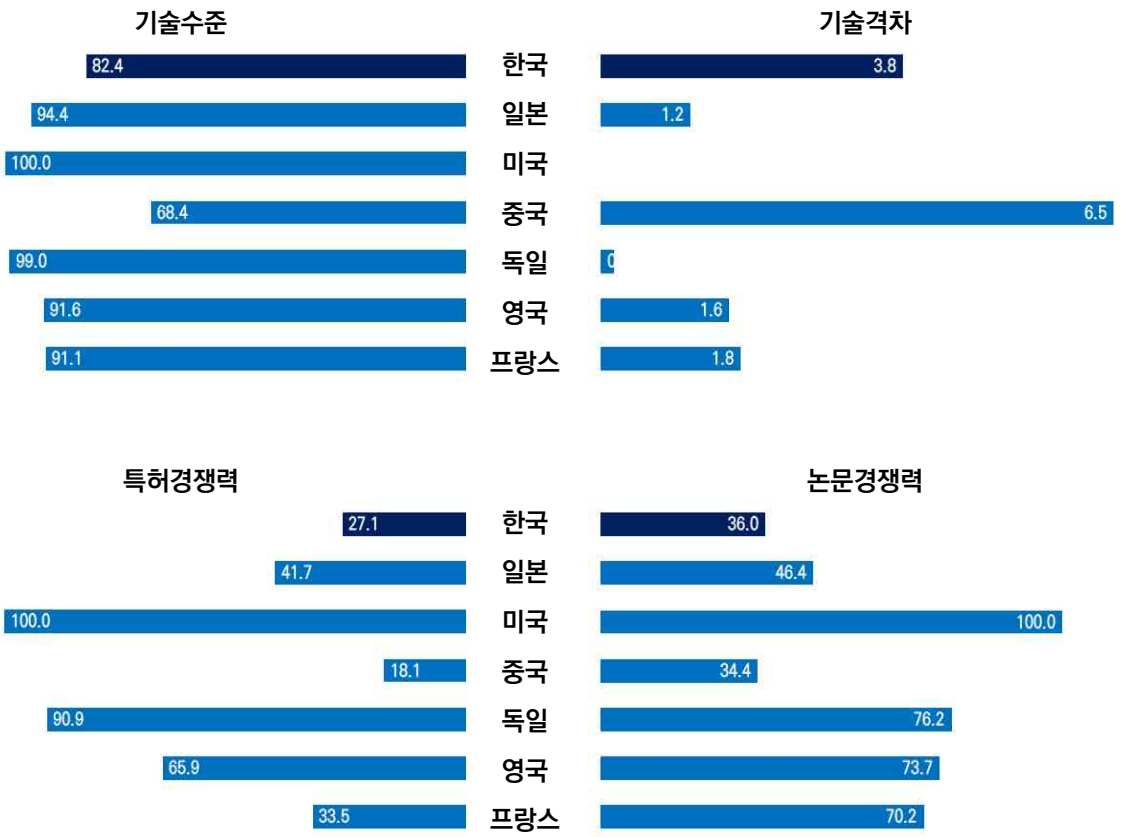
5. 도로교통

5.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
E.도로교통	E1.자동차	E11.자동차 안전 향상
		E12.친환경 자동차
		E13.IT융합 자동차
		E14.자동차 정비/개조/부품
	E2.도로교통 인프라	E21.도로 설계/시공/유지관리
		E22.도로 안전/운영시설
		E23.IT융합 도로인프라
	E3.도로교통 관리	E31.교통 계획/운영
		E32.교통 안전/편의
		E33.교통 환경

5.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 82.4%(3.8년, 6위)이며 특허/논문경쟁력은 6위

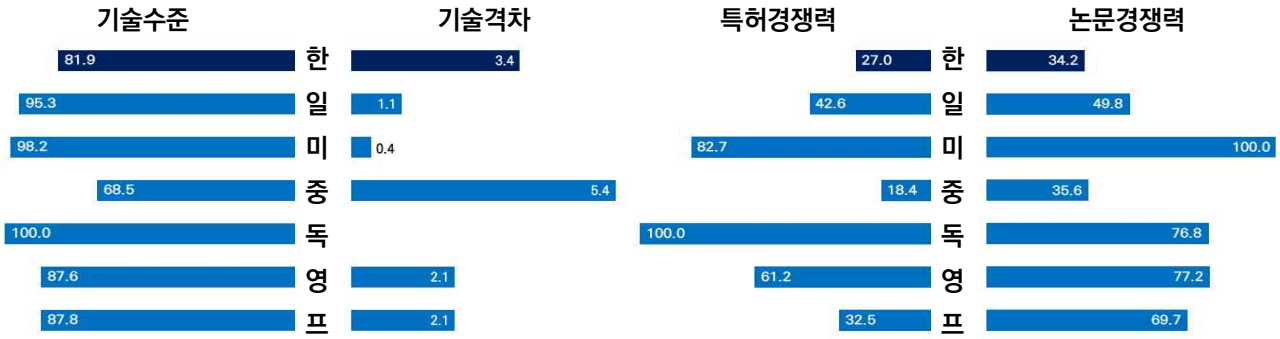


5.3 중분류 단위 기술수준

(1) 자동차

○ 기술수준을 기준으로 자동차 분야의 최고기술보유국은 독일이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 81.9%

○ 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 7위



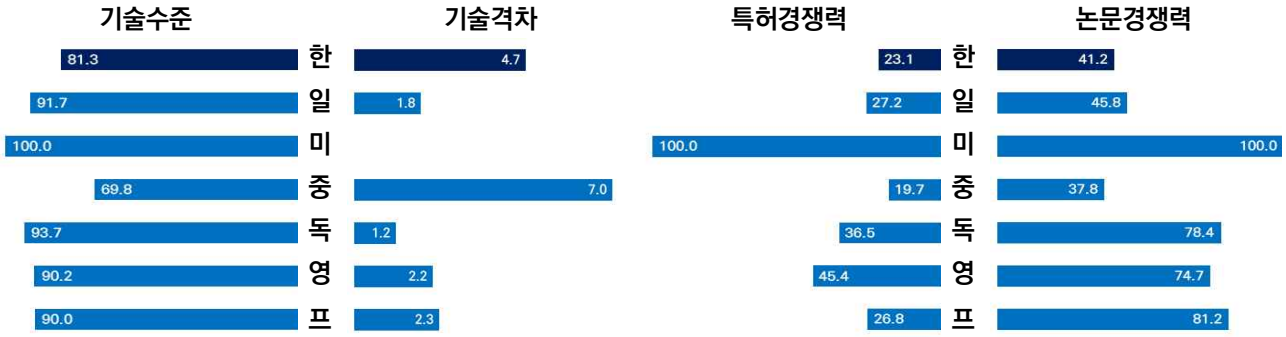
〈자동차 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
E11.자동차 안전 향상	• 선진국에서는 차량의 주변 정보와 섀시제어시스템을 연계하는 ADAS개발을 통해 주행 중 운전자 부주의 또는 조작 미숙으로 인해 발생할 수 있는 교통사고 예방 및 탑승자 상해 저감을 달성하는 방향의 연구가 활발히 진행 중 - 미국에서는 노면인식 기술을 기반으로 수직방향 및 피칭(Pitching) 방향 제어가 가능한 시스템을 양산 - 우리나라에서는 UWS, Rear Monitoring 등 초기단계의 ASV 시스템을 개발 중
12.친환경 자동차	• 세계 각국은 친환경 자동차의 대중화 시점을 '20~'30년으로 예상하고, 친환경 자동차 양산체제 인프라 구축에 몰두 - 미국은 EV ARC와 Solar Tree는 SPCS (Solar Powered Charging Station)를 적용하여 100% 태양광 발전만을 이용한 전기자동차 충전시설을 개발 - 우리나라도 친환경 자동차 및 충전인프라 등 지속적인 기술개발 등을 통해 기술수준 향상을 도모
E13.IT융합 자동차	• 최근 사물인터넷(IoT)의 확산으로 자율주행이나 주차 보조 같은 분야의 시장이 크게 확대될 것으로 예측하고 IT 업체들도 커넥티드 카 시장에 적극적으로 진출 - 미국은 인간과 차량 간 상호작용과 자기적응환경 등 자동화 연구에 집중 - 국내에서는 Level 3~4 수준의 자율주행자동차 테스트 주행이 공개되고 있으나, 아직 실제 상용화를 위한 기술수준은 부족한 실정
E14.자동차 정비/개조/부품	• 세계 각국에서는 강화된 연비규제에 대응하기 위해 차량무게를 낮추는 경량 자동차 연구가 활발히 진행 중 - 미국은 생산 시간의 획기적인 단축 및 40% 이상의 성형성이 향상된 알루미늄 박판 제조 공정기술을 개발 - 우리나라는 포스코를 중심으로 쌍정유기소성(TWIP, Twining-Including Plasticity)의 높은 가격과 낮은 생산성을 보완하기 위해 망간 함유량을 낮춰 가공성을 높이고 강도를 다양화하는 연구를 진행 중

(2) 도로교통 인프라

○ 기술수준을 기준으로 도로교통 인프라 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 81.3%

○ 도로교통 인프라 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력과 논문경쟁력은 6위



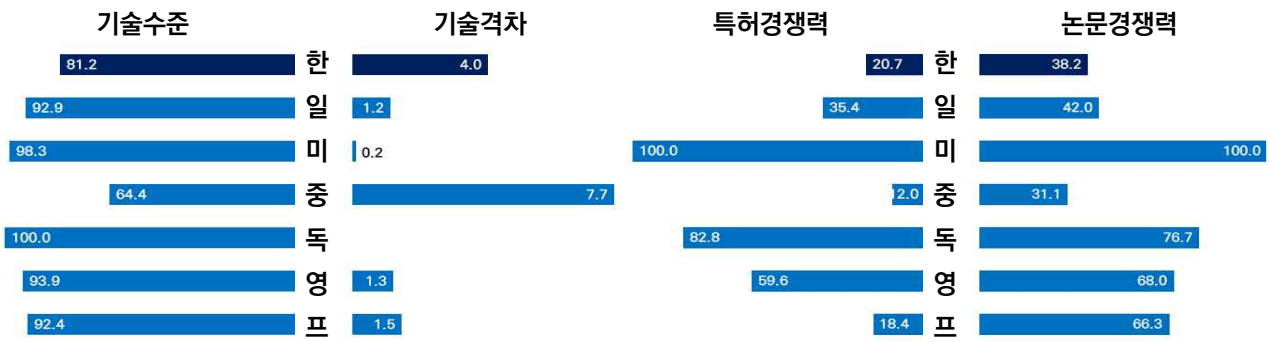
〈도로교통 인프라 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
E21.도로 설계/시공/유지관리	• 미국, 일본 등에서 도로의 사용연한을 늘리고 지속적으로 활용 가능하도록 노후화된 도로에 대하여 표면 보수를 위한 연구를 중점적으로 추진 - 미국 및 유럽 등 선진국은 토양 부하를 줄이고 프로젝트 시간, 테스트, 연료 및 비용 등 다각적인 효과를 위해, 고속도로 재건축 보수보강 재료로 스마트 Geo-Material이 사용 - 국내에서는 기술개발 진행단계인 '비배수성·저소음포장', 현재 시행 중인 '포장 요철 평탄화'을 통해 차량 충격음을 줄이는 연구 수행
E22.도로 안전/운영시설	• 최근 미국·유럽에서는 인공지능(AI), 빅데이터 등 4차 산업과 관련된 기술들이 접목된 안전 및 운영시설에 대한 연구 활발 - 시가지 도로를 포함한 대부분의 도로 구간에 대한 교통정보가 제공되고 있으며, 교통정보를 활용한 사물인터넷 구현을 위한 기술개발 활성화 - 우리나라는 도로함몰 위험성을 평가하기 위하여 도로하부의 공동 발생 유무를 파악하고 포장의 지지력을 평가할 수 있는 비파괴시험 및 분석 기법 개발 및 Multi-data(지표투과레이더 연속식 도로지지력 평가 시스템(RDD))를 활용한 최적의 도로함몰 탐지 시스템 개발
E23.IT융합 도로인프라	• 선진국에서는 도로 사고 발생 시 피해를 최소화하기 위하여 사고피해저감, 신속한 대응기술 등 IT기술을 접목한 도로인프라에 대한 지속적인 연구개발을 진행 - 미국에서는 IT기술을 접목하여 도로사고 저감을 위한 야간, 안개, 위급상황에서의 시야확보 및 도로이탈 방지방안에 대한 연구 진행 - 우리나라는 자율주행자동차의 운행을 지원할 수 있는 정밀지도, 통신시스템 등의 첨단도로인프라 구축을 통해 협력형 자율주행 시스템 구현을 위한 다양한 연구개발 사업을 수행 및 계획

(3) 도로교통 관리

○ 기술수준을 기준으로 도로교통 관리 분야의 최고기술보유국은 독일이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 81.2%

○ 도로교통 관리 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



〈도로교통 관리 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
E31.도로교통 계획/운영	• 전 세계적으로 무인교통관리시스템(UTM: Unmanned Traffic Management)을 도입하기 위해 미 연방항공국(FAA), NASA, 업계 관련 업체 및 전 세계 기타 기관에서 공동으로 개발 중 - 미국의 미 연방교통부는 교통정체 해소, 안전통행, 환경보호, 기후변화 대응 등 도시문제 해결을 위해 커넥티드 교통네트워크 관리시스템 도입 - 국내에서는 인공지능 기술을 이용해 교통정체의 원인을 파악하고, 특정 도로의 가까운 미래 상황을 예측해 시각화하는 시스템을 개발하는 등
E32.도로교통 안전/편의	• 각국에서는 도로 안정성 및 효율성 향상을 C-ITS 개발 및 적용이 활발히 추진되고 있으며 주요 선진국의 경우 실용화 단계에 진입 - 유럽에서는 도로교통 분야에서 취약한 도로이용자(VRU, Vulnerable Road User)를 위한 안전기술을 교통안전분야의 우선과제로 추진 - 국내에서는 ICT 기술이 융합된 신호시스템을 통해 교통약자를 위한 기술개발
E33.도로교통 환경	• 미국 및 유럽에서 온실가스 감축과 관련된 규제 준수를 위해 저탄소 교통수단 개발 추진 중 - 미국은 탄소 저감 및 친환경 녹색도로 건설 및 관리를 위한 인증제도를 운영하면서 이와 관련된 도로의 설계 및 시공기술 개발·적용 - 국내에서는 온실가스 저감을 위한 도로인프라 기술개발이 추진되고 있으며 온실가스의 체계적 관리를 위한 관리시스템 연구가 수행

5.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 도로교통 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중 영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	자동차 안전향상	• 자동차 안전향상 기술은 과학기술적 파급효과가 매우 큰 분야로 의무화 되는 추세이며, 능동형 안전시스템을 구현하는 방향으로 자동차 안전향상 기술이 지속적으로 발전 - 차량의 주변 정보와 섀시제어시스템을 연계하는 ADAS개발을 통해 주행 중 운전자 부주의 또는 조작 미숙으로 인해 발생할 수 있는 교통사고 예방 및 탑승자 상해 저감을 달성하는 방향의 연구가 활발히 진행 중
	IT융합 도로인프라	• 자율주행 상용화에 대응하여 국토교통부는 도로인프라의 첨단화에 대한 연구 개발 사업 추진 - 국토교통부는 자율주행자동차의 운행을 지원할 수 있는 정밀지도, 통신시스템 등의 첨단도로인프라 구축을 통해 협력형 자율주행 시스템 구현을 위한 다양한 연구개발 사업을 수행 및 계획 - 자율주행자동차의 주변상황 인지 및 고정밀 측위를 지원하는 도로시스템을 개발
유망 중점	도로교통 안전편의	• 자율주행과 커넥티드 카 분야의 기술 개발, 성능 개선, 표준화 구축 등을 목적으로 설립된 미국 연방정부 공인 산학협력기관인 ACM(American Center for Mobility)은 미시간주 디트로이트에 4G/5G C-V2X 통신 환경을 갖춘 자율주행 연구 인프라와 제품 개발 주행 시설 등을 제공하는 61만평 규모의 연구단지 건립 프로젝트를 '19년을 목표로 추진 - C-V2X의 적용에 따른 실증은 국내 통신 사업자, 장비 제조업체, 자동차 업체 간 협업을 통한 시연과 정부 부처, 지자체 등의 주도로 기업체의 협업으로 이루어지는 실증 단지 구축으로 활발하게 진행
	도로교통 환경	• 스마트폰의 발달과 이용 가능한 모빌리티 서비스가 다양화되면서 기존의 자가용 이용중심의 통행특성이 대중교통이나 라이드셰어링을 이용한 연계통행 수단으로 전환 - 이용자의 목적지에 대한 경로수립 과정부터 서비스이용, 비용결제까지 하나의 시스템에서 수행할 수 있도록 하는 복합이동(Multimodal Mobility)에 대한 연구 수행
미래 유망	도로 안전/운영시설	• '2019 국제도로교통박람회'에서 인공지능(AI), 빅데이터 등 4차 산업 기술들이 접목된 교차로 솔루션 등 차세대 도로 안전/운영기술과 제품들이 공개 - 카메라 모듈 검사기와 인공지능(AI) 머신비전 솔루션 개발사인 라온피플은 인공지능을 활용한 교통시스템 - 도로에 LED 센서와 보행자 인식 카메라를 설치해, 교통상황에 따라 보행자와 차량에 경고 신호 표시하는 스마트 횡단보도

5.5 기술격차 해소방안

○ 도로교통 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 교통 계획/운영, 교통 환경 외 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 교통 계획/운영, 교통 환경 기술의 기술격차를 해소하기 위해 법제도 정비가 가장 시급

〈도로교통 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
자동차	자동차 안전 향상	•		◎		ㅇ		
	친환경 자동차	•		◎		ㅇ		
	IT융합 자동차		ㅇ	◎		ㅇ		
	자동차 정비/개조/부품			◎	ㅇ		•	
도로 교통 인프라	도로 설계/시공/유지관리	ㅇ		◎			•	
	도로 안전/운영 시설	•		◎			ㅇ	
	IT융합 도로인프라	•		◎			ㅇ	
도로 교통 관리	교통 계획/운영			ㅇ			◎	•
	교통 안전/편의	•		◎			ㅇ	
	교통 환경	•		ㅇ			◎	

〈도로교통 분야 기술격차 해소방안〉

자동차	자동차 안전향상	• 차량의 주변 정보와 섀시제어시스템을 연계하는 ADAS 개발을 위해 전자 제어 조향, 제동, 현가, 구동 시스템에 대한 R&D 투자 필요 • 자동차 튜닝부품 인증 및 지능형 자동차 부품 응용과 관련된 소재·부품에 대한 다양한 기초원천 연구 및 응용개발
	친환경 자동차	• 전기자동차에 충전해 놓은 전력이 특정 시점에 더 필요 한 부분으로 사용될 수 있도록 하는 기술인 V2G 기술에 대한 R&D 투자 • EV ARC와 Solar Tree를 적용한 SPCS(Solar Powered Charging Station) 개발을 위한 인프라(장비/설비) 투자
	IT융합 자동차	• 차량게이트웨이 등 차량의 소프트웨어 단위 기술 개발 및 첨단 자동차 기술에 대한 R&D 투자 및 커넥티드카 분야의 기초연구 지원 필요 • 현재 각광 받고 있는 IT융합기술 분야의 연구인력 양성을 통해 지속적이고 발전적 융·복합 자동차 연구 추진 필요
	자동차 정비/개조/부품	• 제동 안정성 향상을 기본 요건으로 만족시키면서 제조단가, 생산성 및 강도를 개선할 수 있는 신소재 적용을 중심으로 다양한 기초연구 및 응용개발 필요 • 자동차 정비/개조/부품 시장 확대를 위한 정책방향과 제도 기반 마련 및 관련 연구개발 결과에 대한 사업화 연계
도로교통 인프라	도로 설계/시공/ 유지관리	• 친환경 도로 포장기술(온포장, 광촉매 포장, 소음저감 포장, 차열성 포장, 재생 아스콘 포장 등)에 대한 다양한 기초 원천연구 및 응용개발 필요 • 보행자의 안전을 더욱 강화할 수 있는 도로 설계 기준인 '도시지역 도로 설계 가이드'와 '교통정온화 시설 설치 및 관리지침'에 대한 국가주도적인 정책 및 제도 기반 마련 필요
	도로 안전/운영시설	• 인공지능(AI), 빅데이터 등 4차 산업과 관련된 기술들이 접목된 안전 및 운영 시설에 대한 R&D 투자 • 안전시설의 경우 도로이용자 안전도 향상을 위한 응용개발 연구가 필요하며, 이를 설치할 수 있는 정책 및 제도연구가 필요 • 우리나라는 도로함몰 위험성을 평가하기 위하 장비 및 인프라 개발 필요
	IT융합 도로 인프라	• 사고피해저감, 신속한 대응기술 등 IT기술을 접목한 도로인프라에 대한 지속적인 R&D 투자 필요
도로교통 관리	도로교통 계획/운영	• 빅데이터, 민간플랫폼 연계형 기술개발 등 교통관리시스템에 대한 지속적인 R&D 투자 필요
	도로교통 안전/편의	• 교통안전 분야는 최근 사회적 소요가 커지고 있음에 따라 기초원천 연구를 중심으로 응용, 사업화까지 연계하는 연구개발 지원 필요 • 교통약자가 이용하기에 다소 부족한 대중교통 이용환경 개선을 위한 국가적인 정책과 제도연구 필요
	도로교통 환경	• 기술수준이 높은 국가들의 정책, 교통환경 기술을 분석하여 우리나라 정책 및 제도에 반영 필요

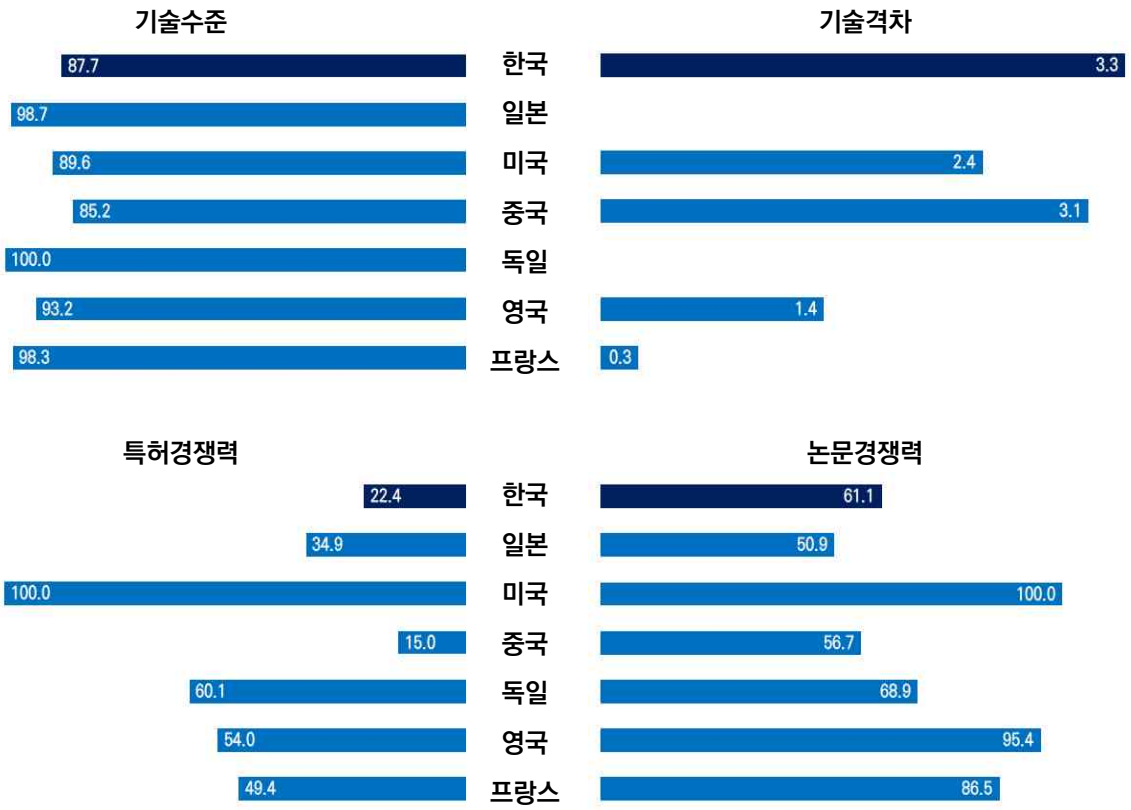
6. 철도교통

6.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
F.철도교통	F1.철도차량	F11.일반철도 차량
		F12.고속철도 차량
		F13.도시철도 차량
		F14.철도차량 정비/개조/부품
	F2.철도교통 인프라	F21.노반/궤도
		F22.역사
		F23.전철/전력
		F24.신호/통신
	F3.철도교통 관리	F31.철도교통 계획/운영
		F32.철도교통 안전/편의
		F33.철도교통 환경
		F34.철도교통시스템 유지관리

6.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 87.7%(3.3년, 6위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 각각 6위, 5위

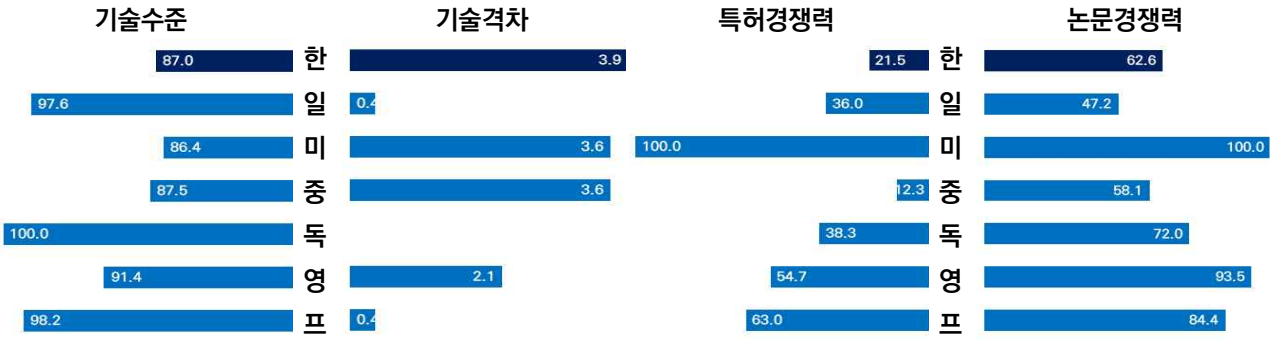


6.3 중분류 단위 기술수준

(1) 철도차량

○ 기술수준을 기준으로 철도차량 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 87.0%

○ 철도차량 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



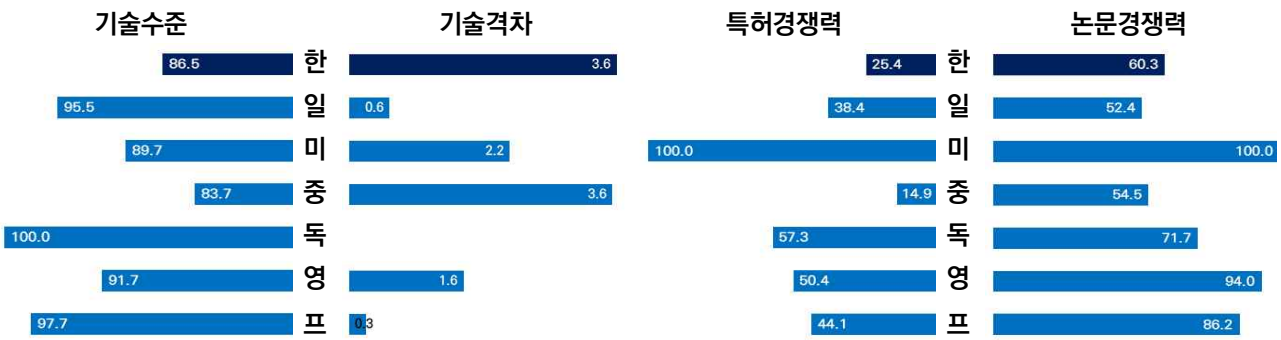
〈소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
F11.일반철도 차량	• 일반철도 차량은 전기차량 개발, 열차 수용률 향상, 중량 감소 및 배출량 감소 등 효율성 향상을 목적으로 개발이 추진되는 추세 - 독일의 항공우주센터와 AV Studio는 경량소재 기술을 적용하여 보다 효율적인 운영이 가능하며 환경 친화적인 철도차량 'Aeroliner3000'을 개발 - 국내에서는 유진기공과 공동으로 25칸 화물열차의 제동장치 성능시험을 수행할 수 있는 '모듈형 제동 시뮬레이터'를 개발
F12.고속철도 차량	• 전 세계적으로 전기기계식 제동시스템, 와전류 제동 장치 등 기존 기계식 제동을 대체/보완한 고속철도차량에 대한 테스트 진행 중 - 일본 철도회사 JR East는 최대 약 400km의 속도를 낼 수 있는 신칸센 초고속 열차 'Alfa-X'를 개발하고 테스트 단계에 돌입 - 우리나라는 고속철도 차량 HEMU-430X의 개발과 함께 430km/h급 동력분산식 고속열차 제동시스템을 개발
F13.도시철도 차량	• 선진국에서는 역간 거리가 짧은 도시철도의 성능향상을 위해 제동 및 신호시스템 기술을 개발 중 - 영국은 Transport for London 프로그램을 통해 Siemens Mobility와 Piccadilly Line 전체를 대체하는 차세대 열차와 신호시스템을 설계 - 국내에서는 지하철 2호선 신형열차의 정차시점까지 회생제동이 가능한 '영속도 회생제동' 기술을 적용하여 기존 공기제동 방식 대비 높은 열차 제어성능을 보유
F14.철도차량 정비/개조/부품	• 유럽에서는 전기기계식 제동시스템(Electro-Mechanical Brake)의 경량·소형화, 유지보수 비용 저감, 신뢰성 및 안전성 확보를 위한 연구를 진행 - 국내 '철도차량 부품호환 및 표준모듈 개발' 연구단에서는 친환경적이며 유연하게 적용 가능한 도시철도차량용 제동 마찰재와 축전지·충전기 등의 연구개발을 진행

(2) 철도교통 인프라

○ 기술수준을 기준으로 철도교통 인프라 분야의 최고기술보유국은 독일이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 86.5%

○ 철도교통 인프라 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



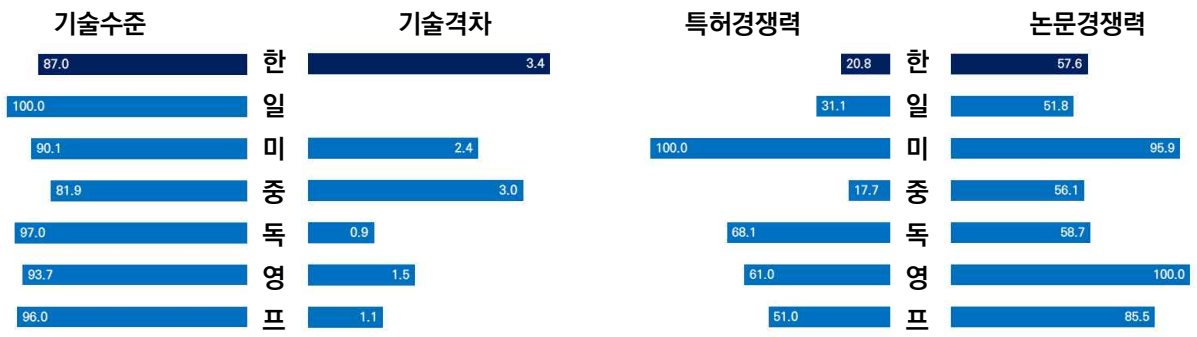
〈철도교통 인프라 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
F21.노반/궤도	• 해외에서는 열차의 진동 및 소음 저감, 유지보수 비용 절감 등을 위한 노반/궤도 관련 다양한 기술개발을 진행 중 - 국외에서는 선로와 건물 사이의 전파 경로에 탄성매트, 공기, 물, 콘크리트 등의 장애물을 설치하여 철도 주변 건물의 진동을 최소화하는 기술개발도 수행 - 국내 연구단은 철도교통 인프라의 안전성과 유지보수 효율성을 높이기 위해 최신 기술을 접목한 다양한 시스템과 공법을 개발 중
F22.역사	• 해외에서는 철도 역사를 단순 교통 허브의 역할을 넘어 지역사회에 새로운 가치를 창출하는 스마트 역사로 변모시키고 있는 추세 - 미국의 Grand Central 터미널은 승객과 주민 모두에게 혁신적인 활동을 제공하면서 도시 전체의 방문자를 증가시켜 지역사회의 추가적 가치를 창출 - 우리나라는 영동대로 광역환승센터를 포함한 주요 역사의 스마트화를 위해 첨단 기술을 적용하는 등 이용자의 편의성·안전성 향상에 주력
F23.전철/전력	• 선진국에서는 전철/전력에 관련한 분야로 전력시장, 피크 부하 완화, 전력요금 감소 등의 경제적 측면과 풍력 및 태양과 에너지 우선순위 선정, 회생제동에너지 회수 등의 에너지 활용방안 연구를 수행 - 미국과 호주에서도 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 전력변환 장치 기반의 철도 변전소를 구축하여 운영 - 우리나라는 철도교통용 에너지 저장장치 및 전력변환기술에 대한 연구개발이 활발
F24.신호/통신	• 해외에서는 초고속 통신네트워크를 활용한 차량 진단 및 제어기술 개발이 확대 - 일본의 하타치사는 열자 전체의 이더넷 통신 및 IoT 등의 센서를 기반으로 높은 신뢰성과 효율적인 운행을 제공 - 우리나라는 위성 기반의 무선통신기술과 IoT 등의 첨단기술을 활용하여 차세대 철도 신호 및 관리 시스템을 구축

(3) 철도교통 관리

○ 기술수준을 기준으로 철도교통 관리 분야의 최고기술보유국은 일본이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 87.0%

○ 철도교통 관리 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



〈철도교통 관리 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
F31.철도교통 계획/운영	• 선진국에서는 안정적이고 지연없는 열차 서비스를 구현하기 위해 초고속무선통신 및 데이터베이스 기술을 통한 상세 위치정보를 기반으로 열차를 안전하게 제어하는 기술개발 중 - 프랑스는 신재생에너지 비율 상향 및 에너지 소비 저감을 위해 Eco-driving 기술과 관제기술 적용을 확대 - 국내에서는 열차의 경제운전을 위한 에너지 소비 모니터링 기술을 도입하는 단계
F32.철도교통 안전/편의	• 전 세계적으로 열차의 안전과 승객의 편의를 향상시킬 수 있는 시스템 및 기술을 개발 중 - 일본 철도종합기술연구소(RTRI)는 백그라운드 감산 및 프레임 등록을 사용한 정면 장애물 감지 시스템을 개발 - 중국은 스마트폰의 QR 코드, 안면인식 기술 등을 활용한 지하철 요금 지불서비스를 도입함으로써 이용자의 편의 향상에 주력 - 우리나라는 상하 개폐 방식의 새로운 스크린도어를 개발하고 해외 수출 성과 달성
F33.철도교통 환경	• 각국에서는 에너지 사용 절감을 위해 철도의 회생에너지 사용 및 고효율 활용 연구가 진행 중 - 일본에서 소음을 줄이기 위해서는 각 소음의 발생장소와 소음발생 원인을 파악하는 것이 가장 중요하며, 이를 위해 마이크를 이용한 소스로컬라이제이션 기술 개발 - 국내에서는 열차 승객의 조망권을 방해하지 않는 저상 방음벽과 태양광 방음벽 등 보다 효과적인 방음벽 개발을 위한 연구 수행
F34.철도교통시스템 유지관리	• 선진국은 철도시스템 유지관리 기준 및 공법에 대하여 시스템 효율화 중심의 유지보수 연구를 진행하고 있으며, 국가별로 독자적인 유지보수 기준을 보유 중 - 미국은 열차 계측데이터 기반의 시스템 효율화 솔루션 'Railconnect 360'을 개발 - 우리나라는 열차 운행과 동시에 철도인프라의 상태를 검측하는 종합검측시스템을 개발함으로써 효율적인 유지보수와 국산화에 따른 비용 절감 달성

6.4 중점분야 및 미래유망분야

❍ 철도교통 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중 영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

❍ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	일반철도 차량	• 일반철도 차량은 전기차량 개발, 열차 수용률 향상, 중량 감소 및 배출량 감소 등 효율성 향상을 목적으로 개발이 추진되는 추세 • 일반철도에서 유럽철도규격 표준화가 대세로 열차제어시스템 표준화가 최신 기술로서 주목
	고속철도 차량	• 전 세계적으로 전기기계식 제동시스템, 와전류 제동 장치 등 기존 기계식 제동을 대체/보완한 고속철도차량에 대한 테스트가 진행 중 • 우리나라 철도기술연구원의 주도로 국토교통과학기술진흥원, 현대로템 등이 참여하여 차기 고속철도 시제차량 제작 및 기술개발 진행
	철도차량 정비/개조/부품	• 전기기계식 제동시스템(Electro-Mechanical Brake)의 경량·소형화, 유지보수 비용 저감, 신뢰성 및 안전성 확보를 위한 연구가 진행 - EMB를 전동차에 적용함으로써 장치의 소형화/정밀 위치제어/진단제어 기능 확보를 목표로, 고용량 EMB시스템은 지속적 기술향상을 추진
	신호/통신	• 해외에서는 초고속 통신네트워크를 활용한 차량 진단 및 제어기술 개발이 진행되고 있으며, 우리니라는 위성 기반의 무선통신기술과 IoT 등 첨단기술을 활용한 차세대 철도 신호 및 관리시스템 구축이 필요한 상황
	철도교통 시스템 유지관리	• 이미 구축된 유럽 및 아시아 시장의 철도노선에 대한 유지보수 및 개량시장 규모가 크게 확장될 것으로 전망 - 국내 철도환경여건을 고려한 유지관리 시스템 정립
유망 중점	노반/궤도	• 세계적으로 궤도시스템의 신설·개량 보다 유지보수·교체 시장의 규모와 성장률이 높으며, 유지보수 및 교체 시장은 각 권역별 3~5%의 성장률로 모든 권역이 성장 추세 - 열차의 진동 및 소음 저감, 유지보수 비용 절감 등을 위한 노반/궤도 관련 다양한 기술개발을 진행
미래 유망	철도교통 안전/편의	• 전 세계적으로 열차의 안전과 승객의 편의를 향상시킬 수 있는 시스템 및 기술 확보가 요구 - 열차 앞의 장애물과 충돌 가능성을 감소시키고 승객의 안전을 향상시킬 수 있는 자동 열차 보호 시스템, 스마트폰의 QR 코드, 안면인식 기술 등을 활용한 지하철 요금 지불서비스 등
	철도교통 환경	• 기존의 소음 예측모델은 철도 선로에 고가도로, 고층건물 등으로 인해 발생하는 소리의 반사 및 차폐에 대하여 고려하지 못하는 상황 - 소음 차단, 경사 및 차체의 소음 반사 및 차폐 효과를 고려하여 고가도로와 건물이 있는 복잡한 상황에 적용할 수 있도록 소음 예측모델을 보완 필요

6.5 기술격차 해소방안

○ 철도교통 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 철도교통 안전/편의, 철도교통 환경, 철도교통시스템 유지관리 외 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 철도교통 안전/편의, 철도교통 환경, 철도교통시스템 유지관리 기술의 기술격차를 해소하기 위해 장비/설비 등 인프라를 구축하는 것이 가장 시급

〈철도교통 분야 기술격차 발생원인〉

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
철도 차량	일반철도 차량		•	◎	ㅇ			
	고속철도 차량		•	◎		ㅇ		
	도시철도 차량		•	◎	ㅇ			
	철도차량 정비/개조/부품	ㅇ	•	◎		•		•
철도 교통 인프라	노반/궤도	ㅇ		◎				•
	역사	ㅇ		◎			ㅇ	
	전철/전력	•		◎				ㅇ
	신호/통신	•	ㅇ	◎				•
철도 교통 관리	철도교통 계획/운영	•	ㅇ	◎				
	철도교통 안전/편의	◎	•	ㅇ				•
	철도교통 환경	◎		•				ㅇ
	철도교통시스템 유지관리	◎		ㅇ	•			•

〈철도교통 분야 기술격차 해소방안〉

철도차량	일반철도 차량	• 일반철도 차량은 전기차량 개발, 열차 수용률 향상, 중량 감소 및 배출량 감소 등 효율성 향상 목적의 기술개발에 R&D 투자 필요 - 차량의 중량감소를 위한 우주·항공에 사용되는 경량소재 기술개발
	고속철도 차량	• 초경량 알루미늄 압출재 차체, 고성능 제동시스템, 현가장치, 저소음 판토그래프, 차세대 차상컴퓨터 제어장치, 보조전원장치, 고용량 소형 배터리 장치 개발을 위한 R&D 투자 필요
	도시철도 차량	• 역간 거리가 짧은 도시철도 차량의 성능향상을 위해 제동 및 통신 기반 차량 제어 신호시스템 기술 개발 필요 - 모든 도시철도 차량의 자율주행을 위한 자동신호시스템에 대한 투자 필요
	철도차량 정비/개조/부품	• 기존 철도차량 정비/개조/부품을 대체/보완하여 신뢰성을 확보하고 비용을 절감하는 기술 확보를 위해 기초원천 기술과 원천기술 검증을 위한 R&D 투자 및 연구장비·인프라 분야에 대한 투자 필요
철도교통 인프라	노반/궤도	• 노반/궤도 관련 진동저감 기술개발이 필요하며, 철도의 진동을 저감하기 위해서 사용하고 있는 차량, 노반/궤도, 진동 저감벽 등 기술에 대한 연구장비 및 인프라 분야에 대한 투자 필요 • 운영유지비 절감 및 제도화 가능한 노반기술 개발이 필요하며, 기존 노반기술을 기반으로 건설 운영기관과 연구기관 간 연구추진 필요
	역사	• 스마트역사를 위해서 철도역사 에너지소비 저감기술 및 에너지 자립화 기술 분야에 대한 R&D 투자 필요 • 역사 내 뿐만 아니라 역사 주변에서의 비즈니스 가치를 창출하도록 설계하는 스마트 역사 인프라 확대를 위한 연구 필요
	전철/전력	• 타 분야에서 확보된 기술을 철도분야에 적용하기 위한 응용개발 분야에 R&D 투자 필요 - 전력시장, 피크 부하 완화, 전력요금 감소 등의 경제적 측면과 풍력 및 태양과 에너지 우선순위 선정, 회생제동에너지 회수 등
	신호/통신	• 초고속 통신네트워크를 활용한 차량 진단 및 제어기술 개발이 필요 - 차세대 철도 신호 및 관리시스템 구축을 위한 무선통신기술과 IoT 등의 첨단 기술개발 • 기반 기술개발 및 연구인력 확충에 대한 투자 필요
철도교통 관리	철도교통 계획/운영	• 초고속무선통신 및 데이터베이스 기술을 통한 상세 위치정보를 기반으로 열차를 안전하게 제어하는 기술에 대한 개발 필요 • 새로운 교통운영 시스템을 개발할 연구인력 확충 필요
	철도교통 안전/편의	• 사고를 예방하고, 사고 시 긴급복구 및 초기대응 등 효율적 대응관리가 가능하도록 지속적인 철도안전 분야의 연구 필요 - 사고와 고장 원인별 체계적 관리를 위한 제도연구 필요
	철도교통 환경	• 소음 차단, 경사 및 차체의 소음 반사 및 차폐 효과를 고려하여 고가도로와 건물이 있는 복잡한 상황에 적용할 수 있도록 소음 예측모델에 대한 연구 필요 • 연구수행 및 현장적용을 위한 연구장비 및 인프라 개발 필요
	철도교통시스템 유지관리	• 클라우드, 빅데이터, IoT 기술 등을 활용하여 데이터 기반 차량 진단, 스마트 유지관리 기술 개발 및 실증을 위한 연구장비 및 인프라 개발 필요

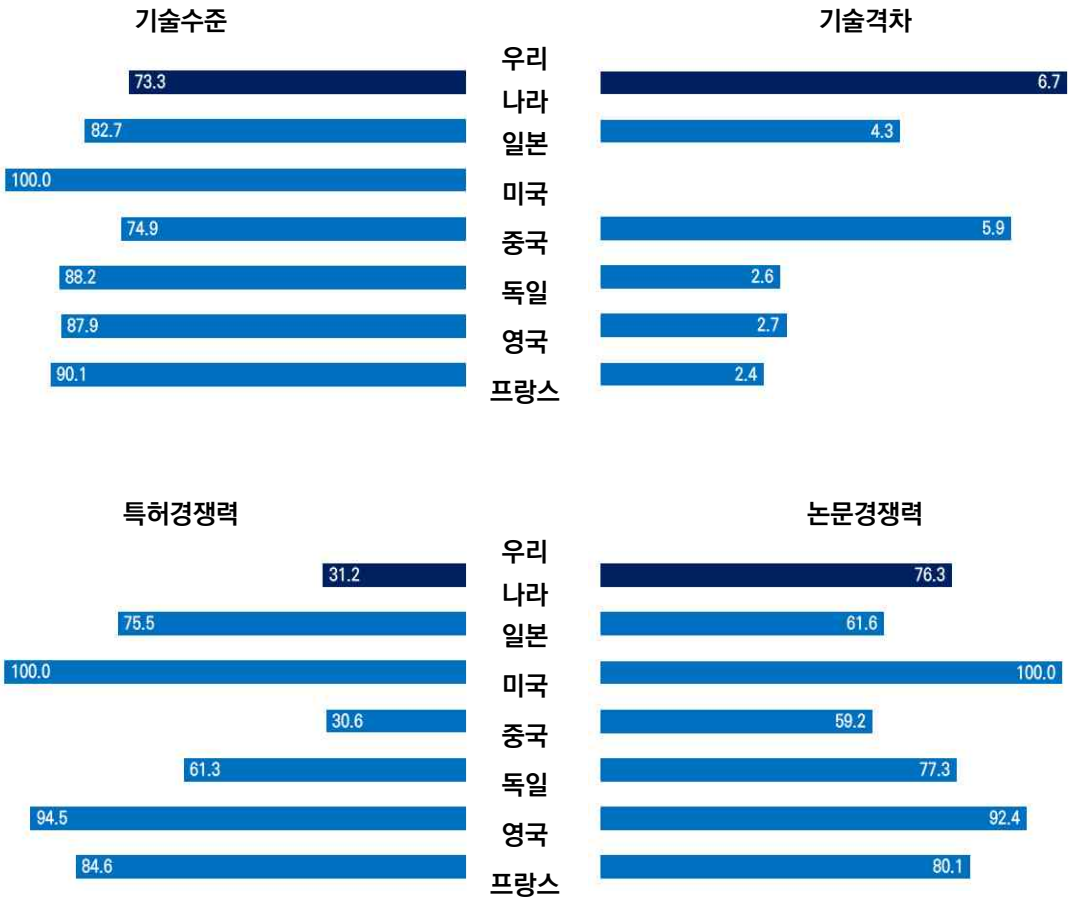
7. 항공교통

7.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
G.항공교통	G1.항공기	G11.고정익기 설계/제작/인증
		G12.회전익기 설계/제작/인증
		G13.무인기 설계/제작/인증
		G14.항공기 정비/개조/부품
	G2.항공교통 인프라	G21.공항시설
		G22.항행안전시설
	G3.항공교통 관리	G31.항행(CNS/ATM)
		G32.항공운항안전
		G33.항공교통시스템 유지관리

7.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 73.3%(6.7년, 7위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 각각 6위, 5위

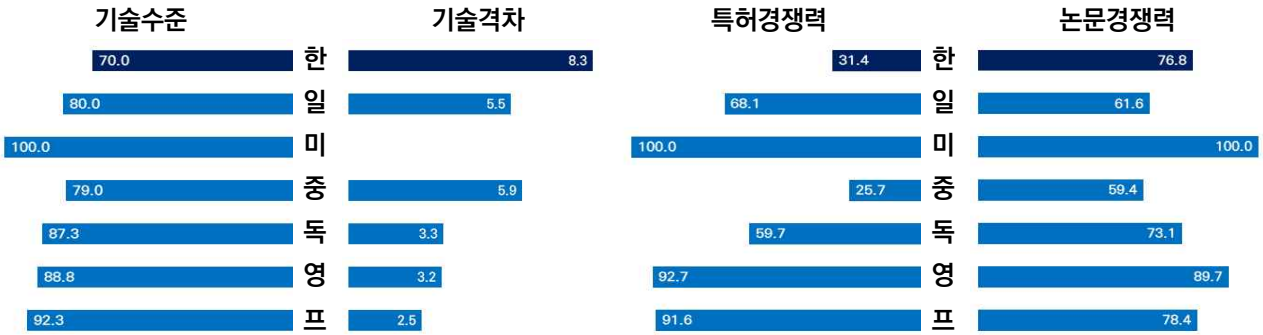


7.3 중분류 단위 기술수준

(1) 항공기

○ 기술수준을 기준으로 항공기 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 70.0%

○ 항공기 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 4위



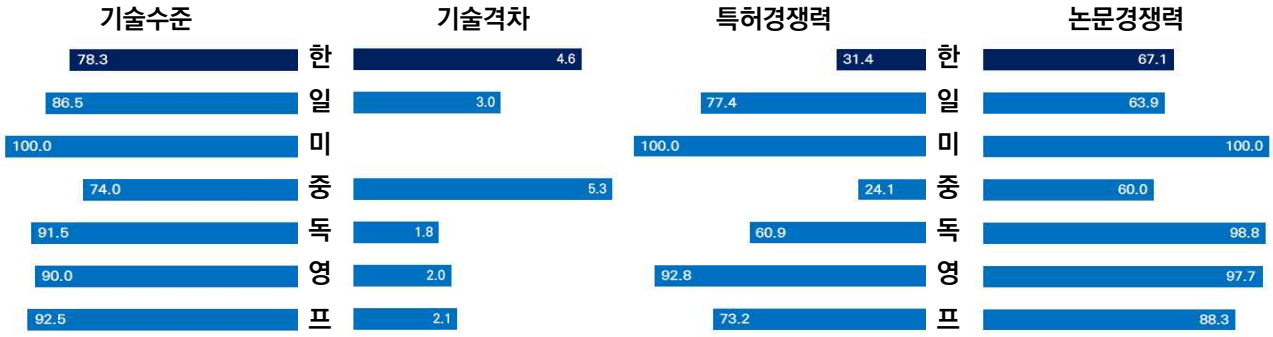
〈항공기 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
G11.고정익기 설계/제작/인증	• 국내외 항공업계에서는 친환경 항공기 개발이 신규 트렌드로 자리 잡으면서 기술개발 경쟁이 치열 - 미 공군, MIT, 일리노이대학, 보잉, GE 등으로 구성된 다기관 공동 연구진은 수소 연료전지를 이용하여 전기 항공기를 개발하는 CHEETA 프로젝트를 착수 - 유럽의 항공기 제조사 에어버스는 '17년 11월부터 롤스로이스, 지멘스와 함께 일부 엔진을 전기로 교체한 여객기 개발 프로젝트인 'E-Fan X'에 착수 - 국내에서는 훈련기·전투기 등 군수 분야의 완제기 개발 경험을 바탕으로 최근 민수 분야 완제기 개발을 단계적으로 시도
G12.회전익기 설계/제작/인증	• 미국, 독일, 중국 등 상용화 서비스를 준비 중인 선도 국가들의 연구기관과 업체는 대부분 전기동력 비행체를 테스트 진행 중 - Airbus 社는 클린 스카이2의 주력 컨셉 항공기인 RACER를 개발 중 - 국내에서는 수리온(Surion) 개발 경험을 바탕으로 소형 민수/무장헬기 개발 사업을 추진하여, 국내 헬기의 군수·민수 분야 기술수준향상을 도모
G13.무인기 설계/제작/인증	• 선진국에서는 무인기 안전인증체계 기술의 기술표준, 시험평가, 인증체계 구축 등에 대한 연구를 진행 중 - 국내에서는 무인기 개발 핵심인 자동비행제어 시스템의 로직 설계, 소프트웨어와 하드웨어의 자체적인 개발
G14.항공기 정비/개조/부품	• 국외 선진업체의 경우, 노후 항공기의 수명 연장을 위해 손상된 부분에 적용 가능한 다양한 수리 기법을 지속적으로 연구 및 활용 - 우리나라는 항공기 정비 부문에서 증강현실 기술은 예견하지 못한 정비 요구를 대응할 수 있는 솔루션에 대한 구체적인 활용법 모색

(2) 항공교통 인프라

○ 기술수준을 기준으로 항공교통 인프라 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 78.3%

○ 항공교통 인프라 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 6위, 논문경쟁력은 5위



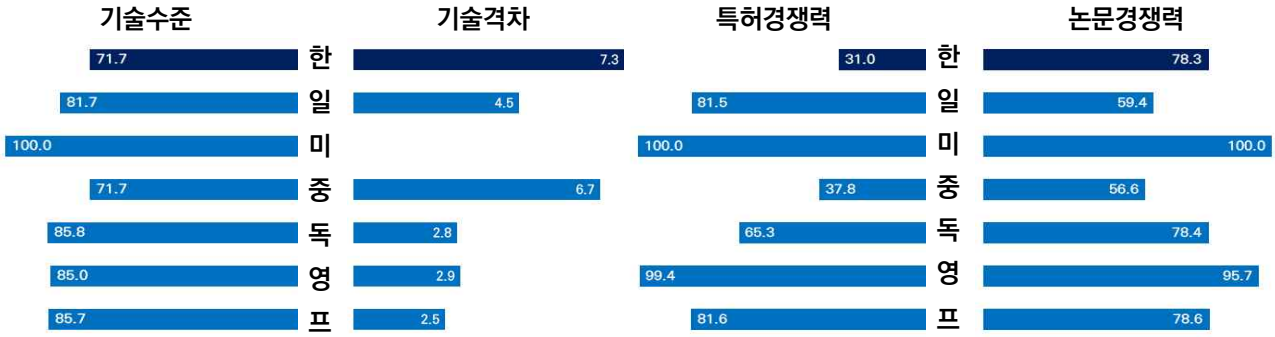
〈항공교통 인프라 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
G21.공항시설	• 국내외 공항들은 이용객이 급증하면서 스마트공항에 대한 추진이 활발히 진행 중 - 현재까지 가장 활발하게 시도되는 생체인식 기술인 안면인식부터 혈관인식이나 내장 칩과 같은 다양한 방식의 생체인식 기술을 개발 - 인공지능과 함께 로봇공학 기술은 항공부문에서 수하물 처리시스템, 주차지원 등에 활용되기 시작 - 세계 공항에서 보안 준비과정을 병렬처리가 되도록 재구성하고 자동화 판독기술 등의 고도화를 통하여 대기시간을 단축 - 인천국제공항공사는 터미널 혼잡을 대비하여 '스마트 에어포트' 기술을 개발 중이며, 여객이 캐리어 등 휴대물품을 소지한 채로 터널을 통과하면 자동으로 보안검색이 완료되는 '터널형 보안검색'을 '23년 세계 최초로 도입 예정
G22.항행 안전시설	• 국내외 항공사에서는 물리적 공간의 한계 극복, 관제사의 시야 및 상황인식 개선, 안전 증진, 비용 절감 등을 이유로 디지털 관제탑을 적용 중 - 스위스 항공회사 사브와 항공관제업무공사(LFV)가 외른셸스비크공항에 디지털 관제센터를 개설하고 세계최초로 원격관제를 시행 - 영국의 크랜필드대학교와 사브의 파트너십을 바탕으로 크랜필드공항에 디지털 관제탑 운영 - 우리나라는 항행 안전시설 확충과 현대화를 위해 '항행안전시설 중장기 발전계획'을 수행 중이며, 인공지능(AI), 드론 등 혁신기술을 항행시스템에 융·복합시켜 보다 편리하고 안전한 항행 인프라(기반시설)를 구축

(3) 항공교통 관리

○ 기술수준을 기준으로 항공교통 관리 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 71.7%

○ 항공교통 관리 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 7위, 논문경쟁력은 5위



〈항공교통 관리 분야 분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
G31.항행(CNS/ATM)	• 선진국에서는 무인항공기시스템을 기존 공역 시스템에 통합하기 위해 무인교통관리(UTM) 아키텍처가 개발 중임 - 미 연방항공국(FAA), NASA, 산업계 및 전 세계 기타 기관에서 공동으로 교통관리 에코시스템 UTM을 개발 중 - 국내에서는 도심형 항공교통(UAM)의 안전·사업에 관한 합리적 규제 설정, 수요 분석·인프라 구축 등 세부계획을 담은 로드맵을 마련하고 단계적으로 추진
G32.항공운항안전	• 선진국에서는 사고, 준사고, 운항 및 훈련과정에서 수집된 증거들에 따라 가장 관련 있는 위협을 해결하는 증거 기반 훈련을 도입 - 미국은 연방항공국(FAA)와 주요 항공사들은 항공기 종류별, 노선별 특성에 따라 훈련 주기 및 훈련 항목을 데이터에 기반하여 자율적으로 조정하는 AQP (Advanced Qualification Program)을 개발하여 적용 - 국내에서는 수요-공급 예측 및 안정적 인력수급체계를 마련하고, 개인 능력기반 교육훈련·평가체계로 전환하는 등 전문인력양성과 고용창출의 선순환 구조를 구축
G33.항공교통시스템 유지관리	• 무인기 교통관제 기술로는 안전하고 효율적인 무인기 운용을 위해 세계 각국에서는 무인기 교통관리체계(UTM, Unmanned Air Traffic Management)를 연구 - 미항공우주국(NASA)과 연방항공청(FAA)이 저고도 무인기 교통관리 체계에 대한 기본개념을 제안하고 상세한 운용개념 수립 및 필요기술에 대한 기초연구를 수행하고 있으며, 항공교통관제를 위해 '13년부터 네바다에서 테스트베드 운영 - 유럽은 유럽항공당국(EASA, European Aviation Safety Agency)의 주도하에 무인기 공역 통합을 목적으로 연구를 진행하였으나 NASA의 무인기교통관리체계 개념을 유럽에서도 도입하기 위한 연구 중 - 국내에서도 저고도 무인비행장치 교통관리·감시 기술개발 및 실증을 위해 교통관리 체계 개념 및 체계 개발과 운영 기준 등 연구 중

7.4 중점분야 및 미래유망분야

❍ 항공교통 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

❍ 항공교통 분야 내 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야가 없음

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	회전익기 설계/제작/인증	• 국내에서는 수리온(Surion) 개발 경험을 바탕으로 '14년부터 소형민수/무장헬기 개발 사업을 추진하여, 국내 헬기의 군수·민수 분야 시장 진출을 시도 중 - 10,000lbs 급 군수·민수 회전익 항공기를 동시에 개발하는 사업으로 '11~'12년 탐색개발 후 '14년부터 본격 사업에 착수, 산·학·연 24개 기관이 참여하여 '22년까지 개발예정
	무인기 설계/제작/인증	• 우리나라항공우주산업(KAI)은 수직이착륙 VTOL(Vertical Take Off & Landing) 무인기술시범기를 '17년부터 자체 개발 중 - KAI가 개발 중인 VTOL은 'NI-600VT'로서 '19년 4월 현재 지상시험은 이미 진행 중이며, '19년 내에 비행시험을 거쳐 성능을 검증할 예정 - 최대 이륙 중량은 600kg, 총 길이는 9m이며, 주야간 영상감지기(EO/IR)를 장착해 정찰임무를 수행하고 필요에 따라 다른 임무에 활용 가능할 것으로 기대
	항행(CNS/ATM)	• 자율운항기술은 인공지능 기술을 융합하여 대상을 인식하고 스스로 운항경로를 결정하는 기술이 개발되었고, 사람이 탑승가능한 개인용 항공기 (PAV, Personal Aerial Vehicle)의 상용화가 진행 중 - 항행시스템시장은 통신장비, 항법장비, 감시장비 시장 순으로 높은 비중을 차지
	항공운항 안전	• 사고, 준사고, 운항 및 훈련과정에서 수집된 증거들에 따라 가장 관련 있는 위협을 해결하는 증거기반훈련을 도입 - 상업용 항공 운송 환경에서 안전하고 효과적이며 효율적으로 운항하는데 필요한 역량을 확인, 개발, 평가하기 위한 다양한 훈련방법을 도입 - ICAO와 IATA에서 권고하고 있는 증거기반훈련 프로그램은 기종과 운항환경, 조직 특성을 반영하여 훈련
유망 중점	고정익기 설계/제작/인증	• 우리나라는 훈련기·전투기 등 군수 분야의 완제기 개발 경험을 바탕으로 최근 민수 분야 완제기를 개발을 단계적으로 시도 - 기술협력사(TAC), 개발지분참여(RSP) 형태로 개발에 참여했으며, 대한민국 공군 F-4/5 대체 및 2025년 전력화를 목표로 사업을 추진 중 - 쌍발 엔진, 세미스텔스, 무장통합 등의 4.5세대 중형급(F-16+) 전투기로 개발/양산에 약 19조 원이 소요되는 역대 최대의 항공/국방사업

7.5 기술격차 해소방안

○ 항공교통 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 고정익기/회전익기/무인기 설계/제작/인증, 항행안전 시설, 항행(CNS/ATM), 항공교통 시스템 유지관리 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 항공기 정비/개조/부품 기술의 기술격차를 해소하기 위해 장비/설비 등 인프라 구축과 사업화 지원이 가장 시급
- 공항시설, 항공운항 안전 기술의 기술격차를 해소하기 위해 관련 전문 인력양성이 가장 시급

〈표 72〉 항공교통 분야 기술격차 발생원인

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
항공기	고정익기 설계/제작/인증	ㅇ		◎				ㅇ
	회전익기 설계/제작/인증		ㅇ	◎				•
	무인기 설계/제작/인증		ㅇ	◎				•
	항공기 정비/개조/부품	◎		ㅇ				◎
항공 교통 인프라	공항시설		◎	ㅇ				•
	항행안전 시설		ㅇ	◎		•		
항공 교통 관리	항행 (CNS/ATM)		ㅇ	◎		•		
	항공운항 안전		◎	ㅇ			•	
	항공교통 시스템 유지관리			◎		ㅇ		ㅇ

〈항공교통 분야 기술격차 해소방안〉

항공기	고정익기 설계/제작/인증	• 훈련기·전투기 등 군수 분야의 완제기 개발 경험을 바탕으로 최근 민수 분야 완제기 개발을 단계적으로 시도 - 응용단계를 통한 시제품의 실용화, 부족기술에 대한 국제공동연구 및 산학연 연계를 통한 자립이 필요
	회전익기 설계/제작/인증	• 회전익기 분야는 일정수준 내수가 존재하므로 사업화 연계가 가능하고, 산학연 공동연구를 통해 기술자립 기반구축이 가능 - 회전익기 국제협정을 위한 인증기술개발 및 인증인프라 구축 필요 • 상용화 서비스를 위해 전기동력 비행체를 테스트 진행 중인 미국, 독일, 중국 등 선도 국가들의 연구기관과 업체와 국제공동 개발참여 필요
	무인기 설계/제작/인증	• 무인기 응용사업에 필수적인 3D 모델링, 영상분석 등 무인기 부품 개발 분야에 대한 기초원천 기술연구가 시급 • 국제적 추세와 국내 여건을 고려한 새로운 인증제도의 구비가 필요한 영역으로 응용개발연구가 필요
	항공기 정비/개조/부품	• 우리나라는 여객수송량, 화물수송량, 항공사 규모 등 항공운송 산업에 있어 세계 10위 이내의 운송대국인 반면, 항공기 정비 산업은 항공운송산업과 비교해 매우 낙후 - 엔진정비 및 부품정비 기술 개발 및 실증을 위한 연구장비 및 인프라 개발 필요 - 운항정비를 포함한 국내 항공 MRO 분야에 대한 기술개발 필요
항공교통 인프라	공항시설	• 우리나라는 공항 보안장비에 대한 성능 인증제도가 없어 인증이 요구되는 보안장비의 경우 전량 해외 인증 장비에 의존 - 보안 인증장비개발을 위한 다양한 기초원천 연구 및 제도연구가 필요 • 스마트공항을 위한 가상현실 및 증강현실 기술을 활용하여 공항 내 서비스, 기내 엔터테인먼트 등을 제공하는 프로그램에 대한 응용기술, 기술보급, 시장 활성화 필요
	항행안전시설	• 물리적 공간의 한계 극복을 위해서 관제사의 시야 및 상황인식 개선, 안전 증진, 비용 절감 등의 기반 조성이 중요하며, 이를 위해서는 다양한 혜택을 위한 디지털(원격) 관제탑에 대한 기초원천 연구 및 제도연구 필요
항공교통 관리	항행(CNS/ATM)	• 국내의 경우 항행 분야의 기초원천 연구를 통한 원천기술 확보가 이루어지고 있어 원천기술을 활용한 응용 개발연구가 필요 - 무인항공기시스템(UAS)을 기존 공역 시스템에 통합하기 위한 다양한 응용 개발 필요
	항공운항안전	• 정부와 개발하는 산업체, 운항을 담당하는 항공사, 관제기관간의 유기적인 공조가 요구되며, 노선 및 공역활용 확대 등을 위한 산학연 공동연구가 정책제도연구와 병행 필요
	항공교통시스템 유지관리	• 무인기 교통관리체계(UTM, Unmanned Air Traffic Management)구축을 위한 다양한 기초원천 연구 및 응용개발 필요

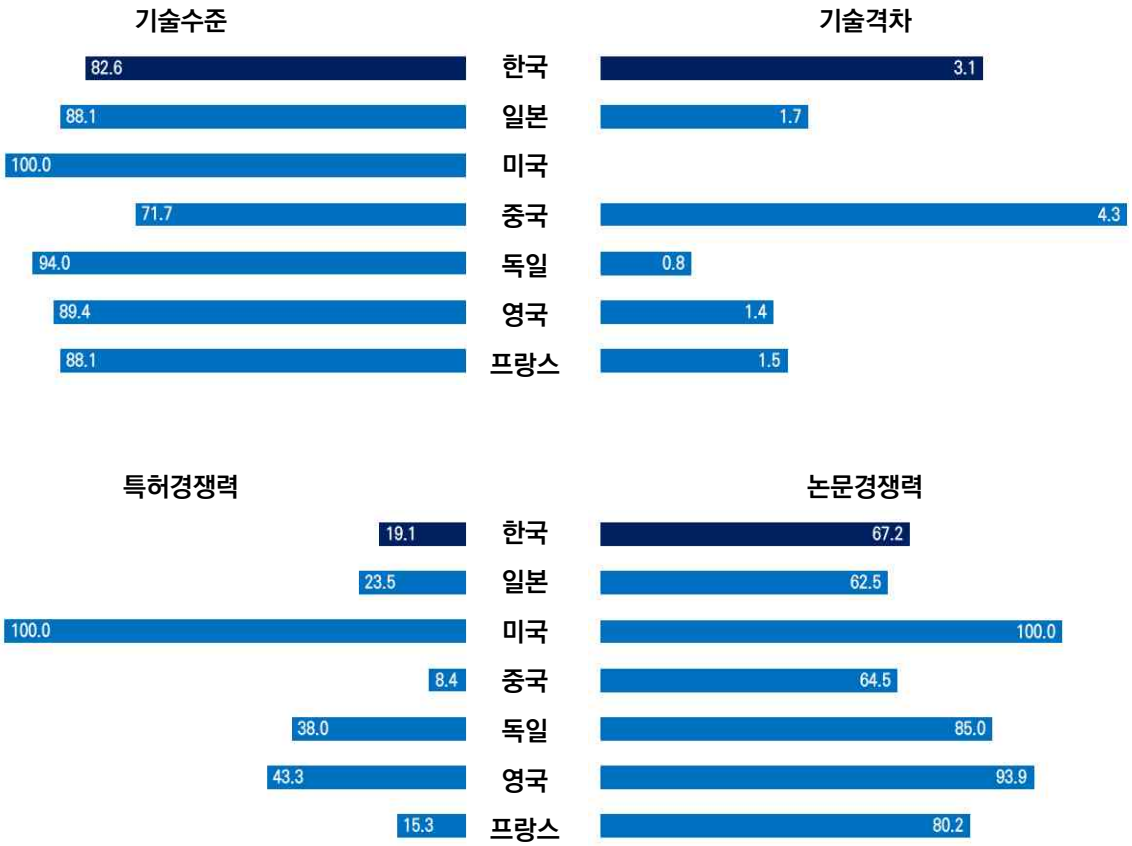
8. 물류

8.1 분류체계

대분류	중분류	소분류
H.물류	H1.운송	H11.대량운송
		H12.연계운송
		H13.배송
	H2.물류인프라	H21.보관
		H22.하역
		H23.포장
	H3.물류관리	H31.물류 정보화
		H32.물류표준화
		H33.물류 보안/안전

8.2 대분류 단위 기술수준

○ 우리나라의 기술수준은(기술격차, 순위)은 최고기술보유국 대비 82.6%(3.1년, 6위)이며 특허/논문경쟁력 순위는 5위

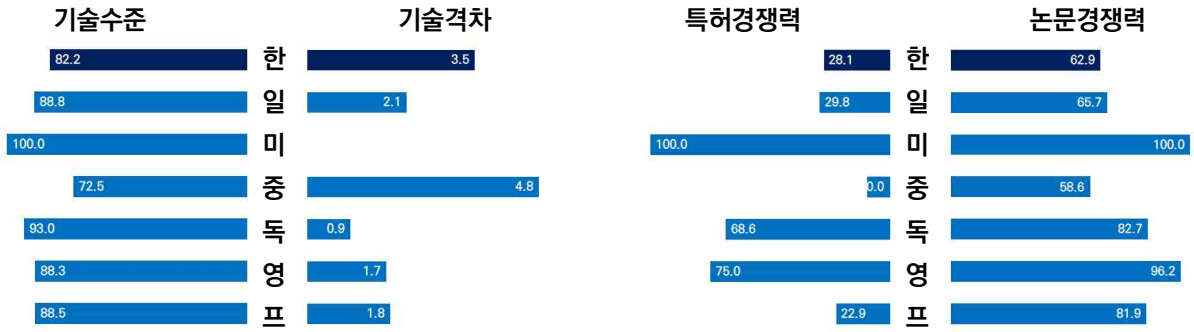


8.3 중분류 단위 기술수준

(1) 운송

○ 기술수준을 기준으로 운송 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 82.2%

○ 운송 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



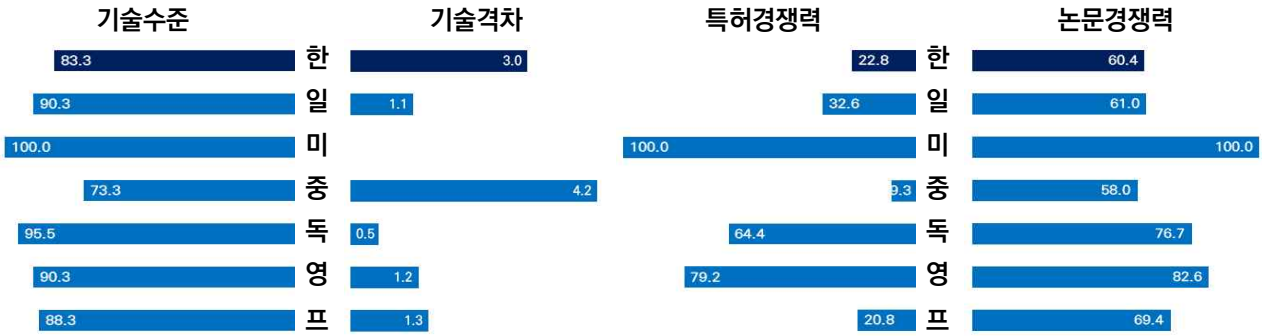
〈운송 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
H11.대량운송	• 선진국에서는 대량운송을 위한 전기화물트럭 개발 및 자율주행에 관한 연구가 진행 중 - 미국은 자율주행 기술을 도입한 전기트럭 베라(VERA) 개발을 통해 비교적 짧은 거리의 대량운송 기술개발 - 독일과 스위스에 소재한 Dasher, Edeka, Hermes, Kraftverkehr Nagel 등 10개 물류회사와 협력하여 대형 전기화물트럭 운송 주행 시험 등을 통해 대량운송 기술개발 - 우리나라는 인공지능(AI) 기반의 화물 수익관리시스템(RMS, Revenue Management System) 솔루션을 순차적으로 도입하는 등 화물 사업의 수익성 개선에 투입
H12.연계운송	• 전 세계에서 연계운송 분야의 혁신적인 신형 완성차 운송 프레임, 냉장 컨테이너 전용화차, 그레인 호퍼(Grain hopper) 등 신형 복합 운송설비 개발에 투자를 집중 - 중국은 친환경·고효율 운송, 물류원가 절감 등을 강조하며 복합연계운송을 적극 장려하고, 복합연계운송 시범사업을 통해 250개 이상의 복합연계운송 노선 개통 등을 통해 연계운송 기술개발 - 한국은 해상·항공 연계화물운송 활성화를 위해 인천시, 인천국제공항공사, 웨이하이시의 공항과 항만을 동시에 활용하는 혁신적 물류체계 구축
H13.배송	• 미국 등 월마트, 아마존 등 대형 유통사는 공중 물류창고 특허를 출원하여 드론을 이용한 자유롭고 신속한 배송시스템 구축 - 독일, 스위스 등 도심 내 지하공간을 활용한 다양한 물류 운송 연구 및 도심 물류 공동화의 가시적인 성과 도출 - 국내의 경우 일부 지자체 및 중소기업에서 도입을 위해 효과를 검증하는 단계

(2) 물류인프라

○ 기술수준을 기준으로 물류인프라 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술보유국 대비 83.3%

○ 물류인프라 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력은 5위, 논문경쟁력은 6위



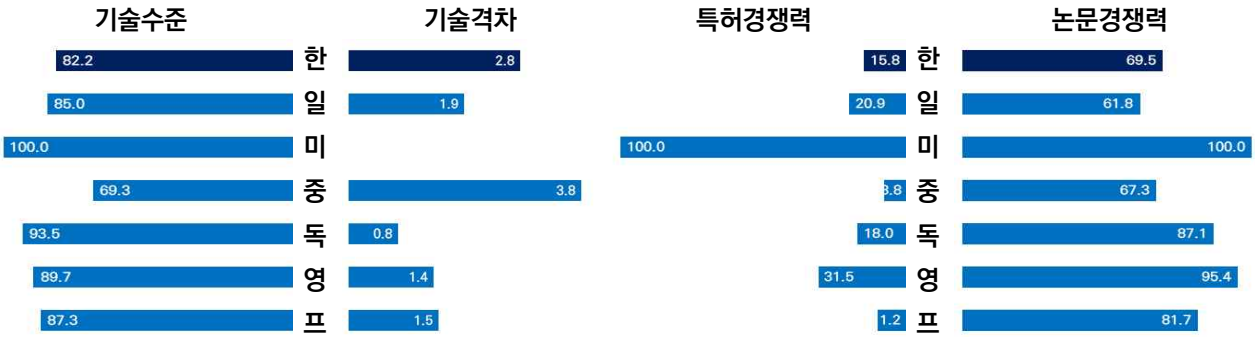
〈물류 인프라 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
H21.보관	• 선진국에서는 지상 물류센터의 대규모화로 인한 출하 소요시간 증가, 배달 지연에 따른 비용 발생 문제를 해결하기 위한 연구가 진행 중 - 미국은 특수 탱크나 호수와 같은 물 속에 물품을 수납할 수 있는 '수중 물류센터'와 도심 지역 고층빌딩 형태의 창고 개발을 통해 보관 기술에 대한 높은 수준 유지 - 한국은 창고에 대한 보관효율성을 향상시키고 스마트 물류센터와 스마트 컨테이너 등 표준화를 위한 기술개발을 통해 기술수준이 성장한 것으로 평가
H22.하역	• 아마존, DHL, 월마트 등 많은 소매사업자와 배송업자들은 로봇기술을 풀필먼트(fulfillment)와 유통 인프라에 통합하여 효율화하여 생산성 향상을 도모 - 미국은 온라인 식품 주문용 피킹 로봇인 알파봇(Alphabot)을 도입하고, 북미 창고에서 상품 피킹 로봇을 활용하여 전자상거래(Electronic Commerce) 수요에 대응 - 중국은 칭다오항에 아시아 최초의 완전무인자동화 컨테이너 터미널(FACT: Fully Automated Container Terminal)개장을 통해 기술수준이 성장한 것으로 평가 - 한국은 물류 효율성을 높이기 위해 터미널 내 하역장비 및 차량 스마트라우팅(Routing) 시스템을 개발 중이며, 이는 기술수준 향상 요인
H23.포장	• 선진국에서는 스마트칩 등을 활용하여 물품 정보를 확인할 수 있는 지능형 포장 개발이 활발하게 진행 중이며, 정온관리 등 신뢰성 있는 물류수송환경 마련 및 일회용 포장 폐기물 저감, 미세먼지 저감 등 환경친화적인 기술에 대한 요구가 증가 - 미국은 생산지에서 배송 완료에 이르기까지 엄격한 관리가 필요한 의약품 물류가 증가하며, 의약품 수송과 관련한 제품 적정 온도 유지, 트랙킹, 자동경보시스템 등 모니터링 등 콜드체인 기술 개발을 통해 기술 수준을 향상 중인 것으로 평가 - 한국은 국내 지능형 농식품 포장센터 연구단의 포장된 식품의 품질을 스스로 보여줄 수 있는 BT 기반 지시계 기술, IT를 접목한 지시계-RFID/USN 기술, NT 기반 기능성이 강화된 포장재 및 포장시스템 개발로 일부 포장 기술수준 향상

(3) 물류관리

○ 기술수준을 기준으로 물류관리 분야의 최고기술보유국은 미국이며, 우리나라는 최고기술 보유국 대비 82.2%

○ 물류관리 분야 기술경쟁력 조사대상국 중 우리나라의 특허경쟁력과 논문경쟁력은 5위



〈물류관리 분야 소분류별 기술수준 도출배경〉

소분류	도출배경
H31.물류 정보화	• 미국, 프랑스에서는 물류 분석플랫폼 개발을 통해 기술 수준을 향상 중인 것으로 평가 - 미국 BIM은 인공지능 공급망 분석 플랫폼인 'Supply Chain Insight'을 개발하여 화주의 공급망 운영행태, 기후 및 교통 데이터, 법 규제 요소 등의 분석하여 제공 - 프랑스 CMA CGM社는 스케줄 조회에서 운송 예약, 실시간 추적, 정산 등 컨테이너 운송과 관련된 모든 서비스를 웹에서 처리 가능한 디지털 기반 서비스 eSolutions를 공개 - 한국은 물류 블록체인 기반 유통이력 관리 서비스 및 물류업무 자동화 기술개발을 통해 물류 정보화 기술수준을 향상
H32.물류표준화	• 미국, 유럽은 화물을 차량에 적재하거나 하역하기 위한 자동 일괄 하역기술 등을 개발 중 - 한국의 철도기술연구원에서는 물류센터의 경쟁력 강화를 위해 일괄 상·하역 장비와 이형 화물 피킹시스템 등을 개발
H33.물류 보안/안전	• 유럽의 경우, 택배 상하차 작업 구간의 작업 효율 향상 및 안전 사고 방지를 위한 자동화 기술 도입이 증가 - 독일 Dallmeier社는 영상, 센싱기술과 인공지능을 결합하여 화물운송 보안을 강화할 수 있는 물류관리 시스템 개발을 통해 높은 기술수준을 유지 - Bastian solution 社는 택배화물의 상차 및 하차작업의 자동화 시스템 개발하였으며, 도입 시 상하차 작업 효율 개선 및 안전 확보 가능 - 한국은 노동집약적 택배터미널의 작업효율향상 및 안전확보를 위한 자동화 기술 도입을 통해 물류 보안/안전 기술개발

8.4 중점분야 및 미래유망분야

○ 물류 분야 대상기술의 전략적 중요도와 현재 기술수준의 매트릭스를 활용한 집중영역과 최근 5개년('13~'17)간의 특허건수 및 특허증가율을 기준으로 한 유망분야 도출

○ 중점분야와 미래유망분야가 중첩되는 분야를 유망중점 분야로 선정

〈중점 분야 및 미래유망 분야〉

구분	분야	내용
중점	포장	• 스마트칩 등을 활용하여 물품 정보를 확인할 수 있는 지능형 포장 개발이 활발 • 콜드체인 전문기업 PCI Pharma Services社는 초극저온(-40℃~-196℃) 보관해야 하는 제품 배송 요구 증대로 초극저온 유지를 위한 저장, 포장, 운송 서비스 확대 • 정온관리 등 신뢰성 있는 물류수송환경 마련 및 일회용 포장폐기물 저감, 미세먼지 저감 등 환경 친화적인 기술에 대한 요구가 증가
	물류표준화	• ISO TC122 (Packaging) WG 13 에서 국제 표준화 진행 • 산업부(국가기술표준원): 국내외 순환물류용기 및 기기에 대한 표준화 추진
유망 중점	연계운송	• 혁신적인 신형 완성차 운송 프레임, 냉장 컨테이너 전용화차, 그레인 호퍼(Grain hopper) 등 신형 복합 운송설비들을 지속적으로 투입하여 다양한 연계운송에 대한 시장수요 충족 • IoT 기술의 발전·적용으로 수운-철도 복합운송 항만에서 연합정보 수집, 화물 상태 감시, 작업 자동화 등 영역에서 기술혁신 활발
	하역	• 완전무인자동화 컨테이너 터미널은 컨테이너 하역과 이동을 기계가 자율적으로 수행하는 로보틱 항만으로 4차 산업 혁명이 실현되는 물류시설로서 인공지능을 기반으로 항만 내 하역·이동장비가 완전 무인 운영되는 상황 - 극초대형 컨테이너 선박인 2만 4,000TEU에 대응하며 연간처리 520만 TEU 달성, 모든 동력원을 전기와 배터리시스템을 적용, 고효율 친환경 무인항만을 목표로 운영 중
미래 유망	배송	• Airbus社는 유럽 항공안정청 및 싱가포르 민간항공국과 함께 도심 내 완전 자율 비행 드론 배송 프로젝트를 추진 중 - 2년 내 상용화를 위해, 드론간 통신, 기상 변화 등에 대한 대처 능력, 비행금지 구역 감지 기술 등에 대한 추가 기술개발이 필요 • O2O 서비스의 발달로 인한 신속한 배송 서비스와 도심정체 완화 등 도시물류의 효율화를 위하여 도심 내 공동물류센터 구축 및 물류공동화, 도심 지하 물류 운송 기술개발 등 도시물류 개선 기술개발이 활발히 진행되고 있는 추세
	보관	• 폭발적인 증가세를 보이고 있는 전자상거래로 인해 급증하는 신속한 배송 수요에 대응하기 위해 고층 형태의 창고를 도심지역에 개발 - 자동화와 드론과 같은 기술에 기반하여 현재 산업 기준인 36피트를 뛰어넘는 높이인 60피트에 달하는 높이를 자랑하는 창고가 나타날 것으로 예상 - 전자상거래 어드바이스 그룹의 지도자인 Ben Conwell은 실현여부를 떠나 아마존의 대표이사의 이러한 급진적인 발상을 무시하기는 어렵다고 평가

8.5 기술격차 해소방안

○ 물류 분야의 모든 소분류 기술은 R&D 투자 부족으로 기술격차가 발생

- 대량운송, 연계운송, 배송, 물류 정보화, 물류 보안/안전 기술은 R&D 투자 부족이 기술격차 발생의 가장 큰 원인으로 평가
- 보관, 하역, 포장 기술의 기술격차를 해소하기 위해선 장비/설비 등 인프라 구축이 가장 시급
- 물류 표준화 기술의 기술격차를 해소하기 위해 법제도 정비가 가장 시급

〈표 81〉 물류 분야 기술격차 발생원인

◎ : 1순위, ㅇ : 2순위, • : 3순위

중분류	소분류	인프라 (장비/설비) 부족	인력부족	R&D 투자 부족	중소기업 지원 부족	기초연구 지원 부족	법제도 정비 필요	사업화 지원 부족
운송	대량운송	ㅇ		◎			•	
	연계운송	ㅇ		◎				•
	배송	ㅇ		◎			•	
물류 인프라	보관	◎		ㅇ				•
	하역	◎		ㅇ				•
	포장	◎	•	ㅇ	•			•
물류 관리	물류 정보화		ㅇ	◎			•	
	물류표준화			ㅇ			◎	•
	물류 보안/안전	ㅇ		◎		•		

〈물류 분야 기술격차 해소방안〉

운송	대량운송	• 新 운송수단 도입에 따른 응용개발 연구 및 사업화 연계 개발이 필요 • 국가마다 여건 및 시스템이 다르기 때문에 국제공동연구보다는 국내 정책 및 제도연구로 개선이 필요 • 대·내외 환경변화에 따라 대량운송 분야의 정책과 제도에 대한 재정립 연구가 선행되어야 하고, 이러한 기반을 바탕으로 산학연 공동연구와 사업화 연계가 필요 • 대량운송 분야는 시장과 밀접한 분야로, 기술이 시장에서 사용될 수 있어야 의미가 있기 때문에 개발단계에서 이를 반영하기 위한 산학연 공동연구 필요
	연계운송	• 화물을 적재한 트럭을 한중 카페리에 직접 실어 목적지까지 수송하는 형태인 RFS(Road Feeder Service·트럭복합일관수송제도)에 대한 개발 필요 - 현재 방식과 비교해 운송시간은 5시간 이상, 운송비용은 1kg당 220원가량 절약할 수 있어 훨씬 빠르고 경제적인 물류체계 구축 가능
	배송	• 도시물류의 지속가능성과 효율성을 제고하기 위한 목적으로 정부 및 민간주도로 물류센터 및 배송공동화를 추진하기 위한 연구 및 개발 필요 • 도심 내 완전 자율 비행 드론 배송상용화를 위한 드론 간 통신, 기상 변화 등에 대한 대처 능력, 비행금지 구역 감지 기술 등에 대한 기술개발 필요
물류 인프라	보관	• 지상 물류센터의 대규모화로 인한 출하 소요시간 증가, 배달 지연에 따른 비용 발생 문제를 해결하기 위해 수중 물류센터 기술 개발을 위한 R&D 투자 필요
	하역	• 물류센터 내 이형화물 물류작업자동화를 위한 기술에 대한 개발이 시급 • 보관과 연계된 하역기술에 있어서도 기술에 대한 검증 및 실험을 위한 인프라 개발이 필요 • 연구장비 및 인프라의 효율화, 편의성 개발이 필요하며, 사업화 연계개발을 통하여 생산에 활용이 필요
	포장	• 연구장비 및 인프라 개발이 선행되어 포장의 효율화, 편의성 향상이 필요 • 의약품 수송과 관련한 제품 적정 온도 유지, 트랙킹, 자동경보시스템 등 모니터링 등을 위하여 콜드체인 기술개발에 대한 응용개발 연구가 필요 - 정온관리 등 신뢰성 있는 물류수송환경 마련 및 일회용 포장폐기물 저감, 미세먼지저감 등 환경친화적인 기술에 대한 개발 필요
물류관리	물류 정보화	• 전 세계적으로 물류분야에 빅데이터와 IoT 기술을 접목시키기 위한 연구가 추진되고 있으며, 국내에서는 블록체인과 인공지능 기술을 활용한 물류비용 절감 및 서비스 향상 기술개발이 필요
	물류표준화	• 국가 물류비 절감의 핵심은 물류표준화율 제고에 있으며 포장 표준화를 전제조건으로 물류분야 국가정책은 주요 산업별 포장표준화를 성취하는 방향으로 연구 지속 필요
	물류 보안/안전	• 영상, 센싱기술과 인공지능을 결합하여 화물운송 보안을 강화할 수 있는 물류관리 시스템을 개발하기 위한 다양한 기초 원천연구 및 응용개발 필요 • 블록체인 기술 기반의 지능형 콜드체인 공급망 보안 및 운영시스템 표준 등 물류 보안/안전 분야에 적용할 수 있는 응용개발 연구 지속 필요