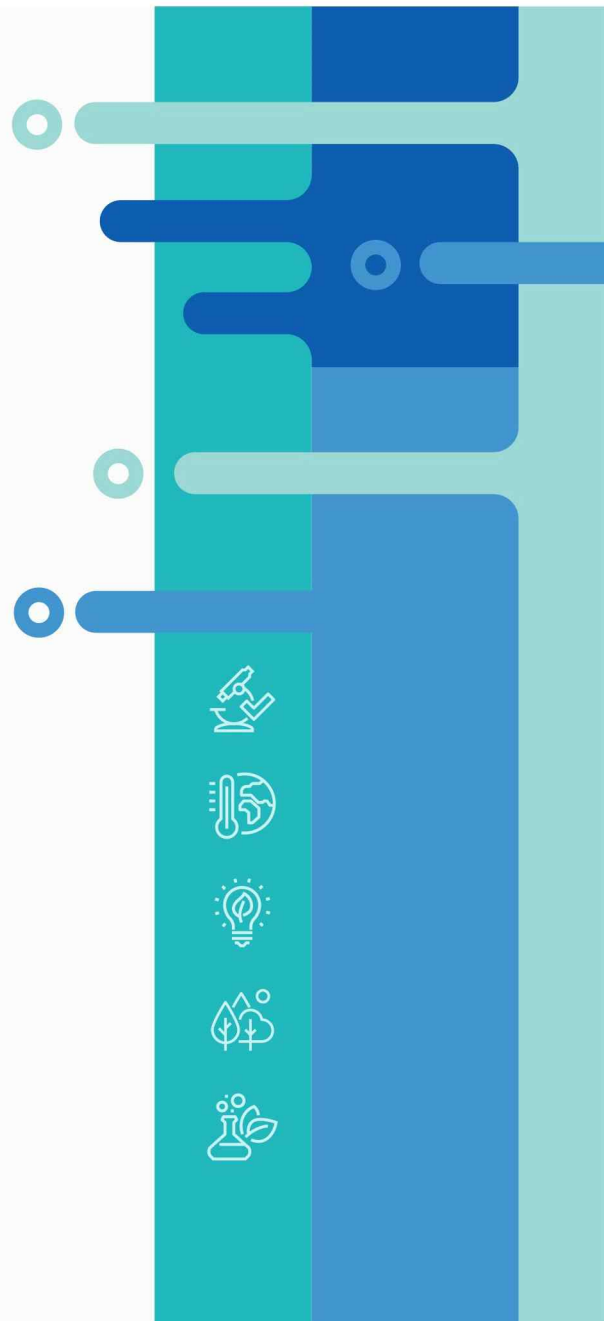


# NIGT BRIEF

## 프랑스 공공 에너지 R&D 최신 투자 동향

조민선 / 전은진 / 손지희





조민선 / 제도혁신센터 minschen27@nigt.re.kr

전은진 / 제도혁신센터 honeysuckle@nigt.re.kr

손지희 / 제도혁신센터 jie.son@nigt.re.kr

## 하이라이트

- 프랑스의 에너지 연구개발(R&D) 부문에 대한 공공 지출은 2021년 공공 지출 중 약 7%에 달하는 금액인 17억 1,500만 유로에 도달하여 2년 연속 10% 이상 증가(증가율은 2020년 11%, 2021년 12%로 증가 추세)
- 2013년에서 2017년 사이 18% 감소한 후 2년 동안 지출이 급격히 증가하여 이전 최고점이었던 2009년 투자 규모를 초과함
  - 원자력 에너지 부문(25%) 및 에너지 신기술 부문(30%) R&D 지출 증액이 전체 에너지 R&D 지출 확대를 견인
- 에너지 R&D 부문의 공공 지출 중 원자력에 대한 지출 비중이 56%로 절반 이상을 차지하는 주력 분야로서 에너지 R&D 부문 공공 지출 증가의 주요 요인임을 확인
  - 원자력 의존도가 높은 프랑스의 에너지 믹스가 반영된 것으로 추정되며, 전년 대비 대폭 투자가 증액된 이유는 France Relance Plan(2020) 등 원자력의 중요성을 재차 강조하는 정책의 영향을 받은 결과로 해석
- 에너지 신기술에 대한 지출은 두 번째로 지원이 큰 항목으로 36%의 비중을 차지하며, 이의 하위 분야인 수송은 전년 대비 42.2%가 감소한 반면, 에너지 저장 부문은 전년 대비 122.9%가 증가하는 대조적인 양상이 나타남
- 재생에너지에 대한 지출 수준은 전년과 유사한 수준이지만, 하위 분야에서 신규 세부 분야인 해양에너지 지출 내역이 추가(2021년에 1,000만 유로 순증)
- 2021년의 프랑스 에너지 분야 공공 R&D 지출은 원자력 대폭 확대와 기초 연구/에너지 신기술에 대한 지출규모의 안정화로 요약되며, 이는 원전 비중이 높은 프랑스가 지속적으로 원전산업 경쟁력 확보를 도모하지만 재생에너지를 도외시하지 않음을 의미
- 원자력 R&D 투자를 강화하고 있는 프랑스에서도 재생에너지 R&D에 대한 중요성은 유지하고 있는 점을 볼 때, 우리나라에서도 원자력 R&D 투자가 재생에너지 R&D 투자와 조화를 이룰 수 있도록 지속적으로 관리할 필요

## 키워드

- 연구개발 (R&D), 공공 재원(Public Funding), 에너지(Energy), R&D 투자(R&D Investment), 탄소중립(Carbon Neutrality), 프랑스(France)

## 배경 및 필요성

- 프랑스는 전통적으로 에너지 믹스 내에서 원자력이 차지하는 비중이 높았으나, 올랑드 대통령 재임 기간(2012~2017)부터 재생에너지 중심 에너지 전환을 추진
  - 2011년 일본 후쿠시마 원전 사고 이후 국내외적으로 원전에 대한 경각심이 고조됨에 따라, 당시 대통령 후보였던 프랑수아 올랑드가 대선 공약으로서 노후 원전이었던 페센하임 원전 폐쇄 및 원전 비중 축소\*를 제시
    - \* 대선 공약 상의 원자력 비중 감축목표 : 75%(12) → 50%(25)
  - 원전 비중 축소로 인한 전력 부족분을 보완하기 위한 차원에서 재생에너지 확대 및 에너지 효율 제고 등을 추진
  - 온실가스 감축과 재생에너지 확대 등 에너지 전환 시책들을 집대성하여 온실가스 감축목표, 원전 비중 축소 등 정량적 목표를 명시한 '녹색 성장을 위한 에너지 전환법<sup>1)</sup>'을 제정(15)
- 후임인 마크롱 대통령은 올랑드 대통령의 재생에너지 확대 정책은 계승하되 원전에 대해서는 실용주의적 입장을 보였고, 프랑스 경제 부흥 정책의 일환으로 원전 산업을 활성화하는 방향으로 선회 중
  - 초선 직후 환경운동가인 니콜라 율로를 舊생태 및 연대적 전환부 장관으로 기용하여 2040년까지 프랑스 내 내연기관차 판매금지 조치를 발표하였으며, 2019년에는 기존 「녹색 성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」을 보완하여 2050년 탄소중립을 명시한 「에너지·기후법」을 제정·시행<sup>2)</sup>한 바 있음
  - 그러나, 최근에 발표된 경기부양책(France Relance Plan(2020)) 및 미래투자전략(France 2030(2021)) 등 정책에서 녹색수소 등 에너지 전환에 관한 내용과 나란히 소형모듈원자로(Small Modular Reactors, SMR) 등 원자력 산업 육성을 중요시하는 움직임이 출현
- 우리나라는 프랑스만큼은 아니지만 원자력 발전 비중\*이 상대적으로 높은 편이며 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 재생에너지 발전 비중 확대를 도모하고 있다는 점에서 정책적 유사점이 있음
  - \* (원자력 발전 비중) 2021년 기준 프랑스 69%, 한국 28%<sup>3)</sup>
  - 본 브리프는 프랑스 정부의 공식 통계인 '에너지 R&D 분야 공공 지출' 통계를 분석함으로써 R&D 측면에서의 프랑스 에너지 정책상 특징을 조망하여 우리나라 탄소중립 R&D 투자 전략에 대한 시사점을 제시
    - ※ 2002년부터 프랑스 정부 주관하에 작성되고 있는 통계로, 이 중 가장 최근에 공표된 「Les dépenses publiques de R&D en énergie en 2021」(2022.11)의 내용을 정리하여 시사점 도출

## 「프랑스의 에너지 R&D 부문 공공 지출」 통계 개요

- **(목적)** 국제에너지기구(IEA)에서 매년 회원국을 대상으로 작성하는 국제 통계 중 '에너지 기술 RD&D 예산(Energy Technology RD&D Budgets)'에 관한 데이터를 제출하기 위해 시행
- **(방법론)** 국제에너지기구(IEA)가 발행한 에너지 R&D 및 실증에 대한 공공 지출 매뉴얼(2011)<sup>4)</sup>의 권고사항을 따라 통계 작성
  - \* 매년 회원국을 대상으로 해당 주제에 대해 조사, 국제 금융, 특히 유럽 연합의 금융은 제외(권고사항), 지방 당국의 지출은 고려되어야 하지만 모니터링 체계가 없으면 제외되기도 함

1) 2015년 8월에 공포된 에너지 전환법(La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, LTECV)

2) 기후와 에너지에 관한 2019년 11월 8일법 제 2019-1147호(Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat)

3) "Nuclear Power in the World Today," World Nuclear Association, 2023년 5월 수정, 2023년 6월 7일 접속, <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>

4) IEA, Guide to Reporting Energy RD&D Budget/Expenditure Statistics, 2011

- 이를 위해 프랑스 에너지 전환부의 통계 데이터 및 연구부서(The Statistical Data and Studies Department, SDES)는 에너지 R&D에 자금을 지원하는 13개 공공 기관\*으로부터 매년 정보를 수집\*\*
- \* 환경에너지관리청, 국립방사성폐기물관리청, 국립연구청, 공공투자은행, 지질자원연구소, 국립과학연구센터, 국립건축과학기술센터, 원자력 및 대체에너지청(구 원자력청), 국립석유에너지연구소, 원자력 안전·방사선 방호연구소, 해양개발연구소, 국립농업식품환경연구소, 교통개발 네트워크 과학기술연구소 (정식명칭은 [별 첨] 참조)
- \*\* 단, 국립농업식품환경연구소(INRAE) 데이터는 2014년부터 2020년까지, 공공 투자은행(BPI) 데이터는 2016년부터 2018년까지 추정, 2016년부터는 국립석유에너지연구소(IFPEN)의 원가 회계 수정으로 기초 연구 기여도의 거의 절반이 재분류되었음을 통계상의 유의 사항으로 명시하고 있음
- 명시적으로 표시되지 않는 한, 보고서 작성에 제공된 투자금액 정보는 R&D만 포함(연구부서에서 발표한 통계에 따라 실증은 제외)
- **(분류 및 용어 정의)** 본 통계에서는 분류 범주 및 연구개발 관련 용어 정의에 관하여 다음과 같이 명시
  - **(통계 분류)** 원자력 에너지(핵융합 포함), 에너지 신기술, 기초 연구, 화석연료(CCS 제외) 등 4개 대분류로 수행
    - \* 단, 에너지 신기술 분야에 대해서는 재생에너지(태양광, 바이오매스, 풍력, 해양에너지, 기타), 에너지 효율(수송, 건물, 산업, 기타), 전력 및 저장(에너지 저장, 전력), 수소 및 연료전지(수소, 연료전지), 화석연료(CCS)로 세분화하여 투자 금액 공개
  - **(연구 및 개발 (R&D))**: 인간, 문화 및 사회에 대한 지식을 포함한 지식의 축적과, 이러한 지식을 새로운 응용 분야에 사용하기 위해 체계적인 방식으로 수행되는 창의적인 작업을 총칭
  - **(실증)** 생산자, 금융업자 또는 공공 기관에 기술, 경제 또는 환경적 정보를 제공하기 위한 상업적 또는 상업적 규모에 가까운 기술 프로토타입의 설계, 구성 및 사용
    - \* 실증은 R&D의 일부가 아닌 별도 분류
  - **(공공 R&D 지출)** 공공 부문 자체 또는 민간 부문에서 수행하는 모든 R&D에 할당된 공공 자금의 합계
    - \* 고려 비용 : 경상비(R&D 인건비 및 운영비) 및 자본금(R&D를 수행하는 데 필요한 부동산 거래 및 장비 구입)

## 프랑스의 에너지 R&D 부문 공공 지출 현황

### 에너지 R&D 분야 공공 지출 현황 : 에너지 분야 공공 R&D 비용 2년 연속 10% 이상 증가 [그림1]<sup>5)</sup>

- 2021년의 프랑스 에너지 R&D 공공 지출은 2013년에서 2017년 사이 18% 감소한 후 2년 동안 지출이 급격히 증가하여 2009년에 도달했던 최고점을 초과함
  - 2019년과 2020년 사이 11%(1억 5,200만 유로)가 증가했고, 2020년과 2021년 사이에는 12%(1억 8,000만 유로)가 증가함
    - \* 이는 각각 원자력 에너지 부문의 R&D 지출 증가(25%)와 에너지 신기술 부문의 지출(30% 증가)로 인한 결과임
  - 2002년에서 2021년 사이 에너지 신기술에 대한 R&D 공공 지출은 금액 규모 면과 비중 측면에서도 증가함
    - \* 2억 2,400만 유로에서 6억 1,400만 유로로 증가(비중 : 18% → 36%)
  - 기초 연구의 공공 지출\* 역시 금액 규모 면과 비중 모두 증가함
    - \* 1,900만 유로에서 1억 3,300만 유로로 증가(비중 : 1% → 8%)
  - 반면, 원자력은 금액 규모 측면에서는 2억 1,000만 유로가 증가했지만 비중은 59%에서 56%로 감소하는 추세이고, 화석연료(탄소 포집 제외) 지출은 2억 7,600만 유로('02)에서 1,600만 유로('21)로 감소함

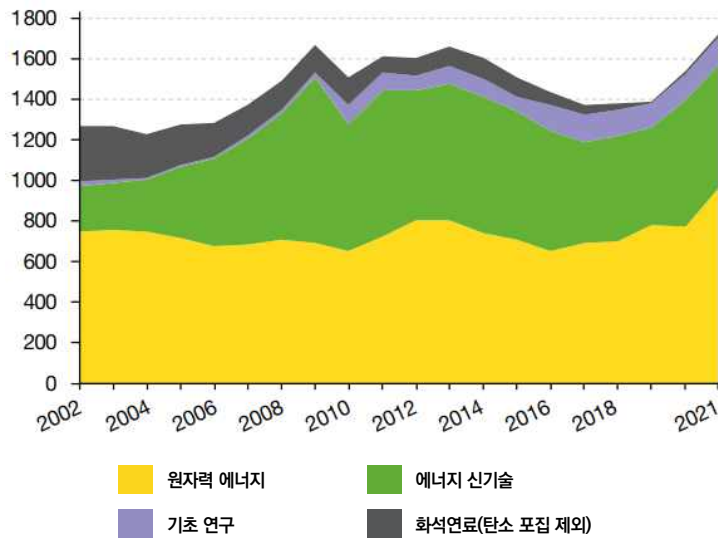
5) 참고: 2015년과 2016년 사이의 연속성이 중단되면서 기초 연구, 신에너지 기술 및 화석연료 간의 총지출 분포에 영향을 미침(방법론 참조)

### 에너지 R&D 분야 공공 지출 현황 : 2021년 에너지 공공 R&D 지출 증가 주요 요인 - 원자력

- 2021년의 원자력 에너지에 대한 공공 지출은 전년 대비 25% 증가한 9억 6,200만 유로\*로 2021년 R&D 전체 지출의 절반 이상을 차지하였으며, 2021년 에너지 R&D 공공 지출 증가를 견인
  - 에너지 신기술의 공공 지출은 전년 대비 1% 감소(600만 유로)한 점을 감안할 때 큰 폭으로 증액된 상황
  - 프랑스의 경기부양책(France Relance Plan 등)에서 원자력의 중요성을 재강조하는 정책의 영향으로 인해 전년 대비 투자가 대폭 증액된 것으로 해석가능

[그림 1] 국가 공공 에너지 부문별 연구개발비 (2002-2021)

(단위 : 백만 유로)



※ 출처: 프랑스 에너지 전환부 통계 데이터 및 연구부서, The Statistical Data and Studies Department (SDES)

### 에너지 R&D 분야 공공 지출 현황 : 2020년 상승 이후 에너지 신기술에 대한 공공 지출 안정화

- 2021년의 에너지 신기술에 대한 공공 지출은 6억 1,400만 유로로 R&D 전체 지출의 36%를 차지하며, 2019년과 2020년 사이 30% 증가 이후에는 유지 추세

### '21 에너지 신기술 하위 분야 전년 대비 공공 지출 : 수송 42.2% 감소, 에너지 저장 122.9% 증가

- (2020년 에너지 신기술 R&D 공공 지출 비중) 주로 재생에너지(31%) 및 에너지 효율(30%)에 사용되며, 전력 및 저장(22%), 수소 및 연료전지(12%), CCS(6%)에 사용됨
- (2021년 에너지 신기술 R&D 공공 지출 비중) 에너지 신기술의 전체 자금 중 에너지효율(42%), 재생에너지(30%), 전력 및 저장(13%), 수소 및 연료전지(10%), CCS(5%) 순으로 지출
- 2020년 가장 많은 공공 지출이 있었던 분야인 에너지 효율의 2021년 공공 지출이 전년 대비 29.5% 감소 및 전력 및 저장 분야가 전년 대비 73.1% 증가하는 특색을 보임
  - 에너지 효율의 하위 분야인 수송 분야에서 42.2% 감소, 전력 및 저장의 하위 분야인 에너지 저장 분야에서 122.9% 증가\*함

\* 에너지 저장 분야의 급격한 공공 지출 증가는 문헌상에서 new Europe Battery innovation project 등 에너지 저장 부문에서의 투자 강화로만 명시, 수송부문의 변동 원인에 대해서는 구체적인 언급이 없음

- 수소 분야와 CCS 분야의 공공 지출의 경우 전년 대비 큰 폭으로 상승함
- 재생에너지의 경우 전년과 유사한 결과를 나타내지만, 전년에는 없었던 해양에너지 분야에 대한 공공 지출이 2021년에 1,000만 유로 증가함

[표 1] 하위 분야별 에너지 신기술 R&D 국가 공공 지출 현황 ('20-'21)

에너지 신기술	하위 분야	2020년 (A)		2021년 (B)		전년 대비 증가율(%) <sup>Ri</sup>
		단위: 백만 유로*	단위: 억 원**	단위: 백만 유로*	단위: 억 원**	
재생에너지	태양광	76	1,023	76	1,029	0.0
	바이오매스	65	875	62	839	(-) 4.6
	풍력	15	202	15	203	0.0
	해양에너지	-	0	10	135	-
	기타	32	431	24	325	(-) 25.0
	<b>소계</b>	<b>188</b>	<b>2,531</b>	<b>187</b>	<b>2,531</b>	<b>(-) 0.53</b>
에너지 효율	수송	173	2,329	100	1,353	(-) 42.2
	건물	27	364	26	352	(-) 3.7
	산업	31	417	24	325	(-) 22.6
	기타	27	364	32	433	(+) 18.5
	<b>소계</b>	<b>258</b>	<b>3,473</b>	<b>182</b>	<b>2,463</b>	<b>(-) 29.5</b>
전력 및 저장	에너지 저장	48	646	107	1,448	(+) 122.9
	전기	30	404	28	379	(-) 6.7
	<b>소계</b>	<b>78</b>	<b>1,050</b>	<b>135</b>	<b>1,827</b>	<b>(+) 73.1</b>
수소 및 연료전지	수소	46	619	52	704	(+) 13.0
	연료전지	19	256	20	271	(+) 5.3
	<b>소계</b>	<b>65</b>	<b>875</b>	<b>72</b>	<b>974</b>	<b>(+) 10.8</b>
화석연료	CCS	31	417	38	514	(+) 22.6
	<b>소계</b>	<b>31</b>	<b>417</b>	<b>38</b>	<b>514</b>	<b>(+) 22.6</b>
<b>에너지 신기술 총합</b>		<b>620</b>	<b>8,347</b>	<b>614</b>	<b>8,310</b>	<b>(-) 1.0</b>

\* 참고문헌 수치 기준 통계, \*\* 해당연도 평균 환율 기준

A : 2020년 공공 지출 규모, B : 2021년 공공 지출 규모,  $R_i = [(B-A)/(A)] * 100$

※ 출처: 프랑스 에너지 전환부 통계 데이터 및 연구부서, The Statistical Data and Studies Department (SDES)의 「Les dépenses publiques de R&D en énergie」 2020년, 2021년 보고서의 내용을 바탕으로 저자 작성

## 시사점

- 프랑스의 2021년 에너지 R&D 부문에 대한 공공 지출 총액은 전년 대비 큰 폭(12%)으로 증액되면서 기존 최고점이었던 2009년 투자 금액을 초과
- 총 에너지 R&D 지출의 과반을 차지하는 원자력 R&D 투자 비중은 원자력 의존도가 높은 프랑스의 에너지 믹스 상의 특징이 반영된 것으로 추정되며, 전년 대비 대폭 투자가 증액된 이유는 France Relance Plan(2020) 등 원자력의 중요성을 재차 강조하는 정책의 영향을 받은 결과인 것으로 풀이됨
  - 2021년의 원자력 R&D에 대한 대폭 증액은 프랑스 원전산업을 단기적인 산업 육성 차원에서만 접근하는 것이 아니라, 장기적인 관점에서 접근할 가능성이 높음을 시사
- 에너지 신기술 분야는 수송부문 지출감소와 에너지 저장 부문의 지출증가 등 일부 세부 분야에서 큰 폭의 변화를 보이고 있지만, 총액 자체는 전년 수준을 유지
  - 문헌상으로 변동 사유를 New Europe Battery Innovation Project 등 에너지 저장 부문에서의 투자 강화로만 명시하고 있으며, 수송부문의 변동 원인에 대해서는 구체적인 언급이 없는 상태
    - \* 국제적 기조인 에너지 저장기술 개발의 필요성에 따라 해당 지출이 증가된 것으로 추정되나, IEA 매뉴얼/데이터셋 소스 상으로는 분류기준 변동사항에 대한 별도 언급 사항이 부재하여 구체적인 원인을 파악하는 작업이 필요한 것으로 사료됨
- 2021년의 프랑스 에너지 분야 공공 R&D 지출은 원자력 대폭 확대와 기초 연구/에너지 신기술에 대한 지출규모의 안정화로 요약되며, 이는 원전 비중이 높은 프랑스가 지속적으로 원전산업 경쟁력 확보를 도모하지만 재생에너지를 도외시하지 않음을 의미
  - 원자력 발전에 따라 재생에너지 개발의 노력이 저하됨을 경계하는 국제적인 시각과는 대조적으로, 원자력 R&D 투자를 강화하고 있는 프랑스에서도 재생에너지 R&D에 대한 중요성은 유지되는 경향을 보임
- 원자력 발전의 중요성을 강조하고 있는 우리나라에서도 원자력 R&D 투자가 재생에너지 R&D 투자와 조화를 이룰 수 있도록 지속적으로 관리할 필요

[별 첨] 프랑스의 에너지 R&D 공공 자금 지원기관

프랑스 공공기관명*	
환경에너지관리청	㉠ Agence de la transition écologique (Ademe) ㉡ Ecological Transition Agency
국립방사성폐기물관리청	㉠ Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) ㉡ National Agency for Radioactive Waste Management
국립연구청	㉠ Agence nationale de la recherche (ANR) ㉡ National Research Agency
공공투자은행	㉠ Banque publique d'investissement France (BPI France) ㉡ Public investment bank France
지질자원연구소	㉠ Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ㉡ Bureau of Geological and Mining Research
국립과학연구센터	㉠ Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ㉡ Scientific Research National Center
국립건축과학기술센터	㉠ Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ㉡ Building Science and Technology Center
원자력 및 대체에너지청 (구 원자력청)	㉠ Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) ㉡ Atomic Energy and Alternative Energies Commission
국립석유에너지연구소	㉠ Institut français pétrole énergies nouvelles (IFP Énergies nouvelles, IFPEN) ㉡ French Petroleum Institute for New Energies (IFP New Energies)
원자력 안전·방사선 방호연구소	㉠ Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ㉡ Institute for Radiation Protection and Nuclear Safety
해양개발연구소	㉠ Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) ㉡ French research institute for the exploitation of the sea
국립농업식품환경연구소	㉠ Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) ㉡ National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment
교통개발 네트워크 과학기술연구소 (교통 과학기술연구소)	㉠ Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) ㉡ French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks

\* ㉠ : 불문 기관명, ㉡ : 영문 기관명

※ 출처: 프랑스 에너지 전환부 통계 데이터 및 연구부서, The Statistical Data and Studies Department (SDS)를 바탕으로 작성



## 참고문헌

- 1) La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), 2015
- 2) Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, 2019
- 3) France Relance Plan, 2020
- 4) French 2030, 2021
- 5) Les dépenses publiques de R&D en énergie en 2020, 2021
- 6) Les dépenses publiques de R&D en énergie en 2021, 2022
- 7) IEA, Guide to Reporting Energy RD&D Budget/Expenditure Statistics, 2011

본 내용은 국가녹색기술연구소(NIGT)의 주요사업 「탄소중립 R&D 혁신전략 수립지원 프레임워크 구축연구」의 일환으로, 「Les dépenses publiques de R&D en énergie en 2021」(2022.11)의 내용을 발췌하여 요약·해석한 것입니다.

# NIGT BRIEF

본 NIGT BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며,  
센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.



07328 서울특별시 영등포구 여의나루로 60 여의도포스트타워 14층  
TEL 02)3393-3900 FAX 02)3393-3919~20 [www.gtck.re.kr](http://www.gtck.re.kr)