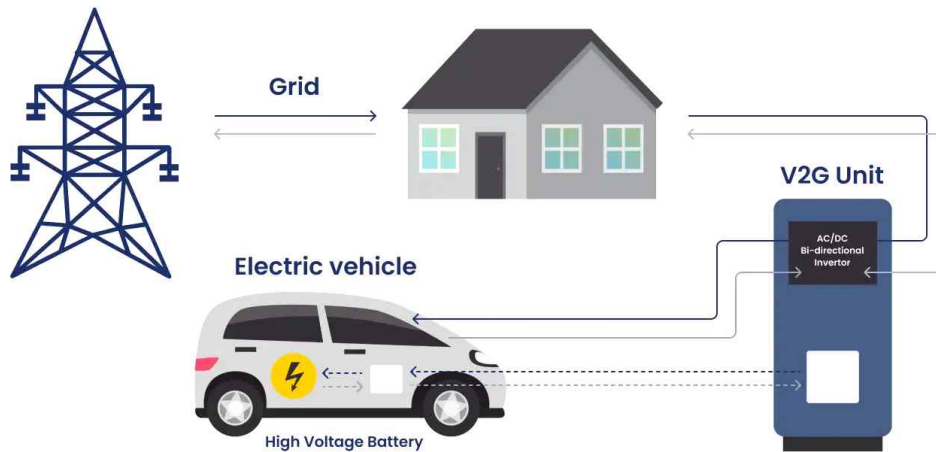


V2G(Vehicle to Grid)

■ **[개념]** 전기차 배터리를 전력망에 연결하여 양방향으로 전력을 주고받는 기술



[그림1] V2G 개념도 (출처: erbis)

■ **[기능]** 전력계통 안정화 및 재생에너지 활용도 제고

- 부하 평준화, 주파수 조정, 예비력 공급 등의 편익 제공
 - 배터리를 활용하여 계통 안정에 필요한 설비투자 및 운영비용 축소
- 재생에너지 출력 제한 해소 및 변동성 완화
 - 잉여 전력을 저장하여 재생에너지 공급 과잉에 따른 출력 제한 문제 개선

■ **[동향]** 전기차 보급 확산에 따른 충전 인프라 구축 확대

- 2030년에는 전세계 전기차 판매량이 2,530만대를 기록할 것으로 전망되며* 이에 따른 충전소 시장도 빠르게 성장할 것으로 예상됨
 - *딜로이트, 전기차 시장 전망: 2030년을 대비하기 위한 전략(2020)
- 전기차 충전소 운영사업의 수익 모델(V2G, VPP)에 대한 관심도 함께 증가

중국 - 상하이 V2G 시범 프로젝트 (2020~)

- **(배경)** 중국의 V2G 기술 개발은 초기 단계이며 기술에 대한 관심과 투자 증가
 - 중국은 지속 가능한 저탄소 에너지시스템으로 전환을 추진
 - V2G 기술은 재생 가능 에너지원의 통합을 지원하고 전기 자동차(EV)의 광범위한 채택을 촉진하는 데 중요한 역할
 - 베이징, 광저우를 포함하여 여러 V2G 파일럿 프로젝트와 시연이 진행 중
- **(목표)** 중국의 State Grid Corporation이 시작한 상하이 V2G 시범 프로젝트는 수요 반응 및 주파수 조정을 위한 V2G 기술의 사용을 테스트하는 것을 목표
 - (개요) 40대 이상의 전기 자동차가 포함되었으며 두 단계로 구현
 - (1단계) 2020년 8월부터 12월까지 진행된 첫 번째 단계에서 이 프로젝트는 전력망에 주파수 조절 서비스를 제공하기 위해 EV를 사용하여 V2G 기술의 기술적 타당성을 테스트
 - EV에는 양방향 충전 기술이 탑재되어 그리드에서 전기를 충전하고 방전
 - 그리드에 추가 전력이 필요할 때 EV는 저장된 에너지를 그리드로 다시 방전하여 시스템 균형을 맞춤
 - (2단계) 2021년 1월에 시작되어 현재 진행 중인 2단계에서는 V2G 기술을 수요 반응에 활용하는 데 중점
 - EV는 전기가 더 저렴하고 풍부한 비피크 시간에 충전된 후 전기 사용량이 많은 기간에 피크 수요를 줄이는 데 사용됨
 - 그리드 서비스를 제공하는 동시에 EV 소유자의 비용을 절감할 수 있는 V2G 기술의 잠재력을 입증하는 것을 목표
 - (결론) 상하이 V2G 프로젝트는 중국의 V2G 기술 개발에서 중요한 단계로, 기술적 타당성과 경제적 실행 가능성을 테스트

일본 - e-Mobility Power 프로젝트 (2019~)

- **[배경]** 일본의 V2G 프로젝트는 전기 자동차(EV)를 전기 그리드에 통합하여 그리드 안정성을 개선하고 온실가스 배출량을 줄이며 재생 가능 에너지원의 배치를 지원하는 것을 목표
 - V2G 기술 개발 및 테스트를 목표로 하는 연구 프로젝트 및 파일럿 프로그램을 포함하여 여러 다른 V2G 이니셔티브가 진행 중
 - 자동차 제조업체, 유틸리티 및 정부 기관 간의 협력이 포함되며 일본 및 그 외 지역에서 V2G 기술의 배치를 발전시키는 데 도움이 되도록 설계
- **[목표]** e-Mobility Power 프로젝트는 정전 시 전기 자동차를 백업 전원으로 사용할 수 있는 V2G 시스템을 개발
 - **(개요)** e-Mobility Power 프로젝트는 Honda가 일본의 유틸리티 회사 Kansai Electric Power와 협력하여 주도하는 V2G 이니셔티브
 - e-Mobility Power 프로젝트에는 전기 자동차가 배터리에서 에너지를 충전 및 방전할 수 있도록 하는 V2G 충전기 설치 포함
 - V2G 충전기는 Kansai Electric의 그리드에 연결되어 피크 수요 기간 동안 EV의 배터리에서 그리드로 방전될 수 있는 에너지의 양을 제어
 - 정전 시 백업 전력을 제공하는 것 외에도 재생 가능 에너지를 사용하여 EV 및 그리드 서비스에 전력을 공급함으로써 CO2 배출량을 줄임
 - EV를 백업 전원으로 사용하고 적시에 적절한 양의 에너지를 제공할 수 있도록 그리드와 통신할 수 있는 통신 시스템 개발이 포함
 - **(결론)** e-Mobility Power 프로젝트는 지속 가능한 이동성을 촉진하고 V2G 기술을 발전시키기 위한 Honda의 광범위한 노력의 일환

독일 - BCM(Bidirectional Charging Management) 프로젝트 (2020~)

- **(배경)** 전기 자동차(EV)를 독일의 전기 그리드에 통합하여 재생 가능 에너지원의 배치를 지원하고 그리드 안정성을 개선하는 것을 목표
 - V2G 기술 개발 및 테스트를 목표로 하는 연구 및 파일럿 프로그램 진행 중
- **(개요)** BMW, 유틸리티 회사 TenneT 및 기타 파트너 간의 협력인 "양방향 충전 관리"(BCM) 프로젝트
 - 양방향 충전 및 그리드 서비스에 중점을 두고 BMW 전기 자동차를 사용하여 V2G 기술을 개발하고 테스트하는 작업이 포함
 - BCM 프로젝트에는 BMW EV가 차량 배터리 수명에 미치는 영향을 최소화하면서 그리드 서비스를 제공할 수 있는 제어 시스템 개발도 포함
 - BCM 프로젝트는 BMW 전기 자동차가 그리드에서 전력을 받을 뿐만 아니라 전력을 다시 보낼 수 있는 **양방향 충전기 개발**을 포함
 - 전기 자동차를 유연한 에너지 저장 시스템으로 사용할 수 있으므로 재생 가능 에너지를 그리드에 통합하고 그리드 안정성을 향상
 - V2G 기술 개발 외에도 BMW EV가 차량 배터리 수명에 미치는 영향을 최소화하면서 그리드 서비스를 제공할 수 있는 **제어 시스템 개발**도 포함
 - 제어 시스템은 운전자의 필요와 선호도를 고려하여 그리드 신호에 대한 응답으로 차량 배터리의 충전 및 방전을 최적화하도록 설계
 - **(결론)** BCM 프로젝트는 지속 가능한 이동성을 촉진하고 V2G 기술을 발전시키기 위한 BMW의 광범위한 노력의 일환으로, 이니셔티브의 목표는 V2G 기술의 배포를 가속화하고 EV가 에너지 전환에서 더 큰 역할을 할 수 있도록 하는 것

인도 - ChargeGrid Flare 프로젝트 (2020~)

- **(배경)** 인도의 V2G 프로젝트는 아직 초기 단계에 있지만 그리드 안정성을 개선하고 재생 가능 에너지원의 배치를 지원하기 위한 V2G 기술의 잠재력을 탐색하기 위한 일부 이니셔티브가 진행 중
 - 그리드 안정성을 개선하고 에너지 전환을 위한 V2G기술의 잠재력을 탐구하기 위한 연구 프로젝트와 파일럿 프로그램이 진행 중

- **(개요)** 인도 전기 자동차 충전 인프라 제공업체인 EV Motors가 주도하는 V2G(Vehicle-to-Grid) 이니셔티브
 - **(목표)** 전기자동차를 에너지 저장 시스템으로 사용하여 **그리드를 안정화하고 재생 가능 에너지원의 통합을 지원**하는 V2G 시스템을 개발하는 것을 목표
 - ChargeGrid Flare 프로젝트는 인도 전역의 다양한 위치에 V2G 충전기를 설치하여 전기 자동차가 계통에 에너지를 충전 및 방전할 수 있도록 함
 - V2G 충전기는 양방향으로 설계되어 전기 수요가 높을 때 전기 자동차가 잉여 에너지를 그리드에 다시 공급할 수 있도록 함
 - 재생 가능 에너지원의 배치를 지원하는 V2G 기술의 이점을 입증
 - 전기 자동차를 에너지저장시스템으로 사용함으로써 전력망의 균형을 맞추고 화석 연료 기반 발전의 필요성을 줄이고자 함
 - 전기 요금이 저렴한 한가한 시간에 충전할 수 있도록 하여 전기 자동차의 충전 비용을 줄이는데 도움을 주고자 함
 - ChargeGrid Flare 프로젝트는 Indian Oil Corporation, Apollo Tyres, Atal Innovation Mission 등 다양한 조직과 협력하여 구현
 - 프로젝트는 인도에서 전기 자동차 채택을 가속화하는 것을 목표로 하는 인도 정부의 FAME(Faster Adoption and Manufacturing of Electric Vehicles) 계획으로부터 자금을 지원받음

영국 - Shift Project (2019~2024)




■ **(배경)** 영국 정부는 2030년 휘발유 및 디젤 차량 판매 금지, 2035년 하이브리드 차량 판매 중단 계획으로 본격적인 전기 자동차 시대를 준비 중

- 2030년까지 360만대의 전기 자동차가 그리드에 연계될 것으로 예상되며, 전기차 충전으로 일반 가정의 최대전력수요가 2배 이상 증가할 것으로 예상
- 영국의 전기 소비자들은 배전시스템이용료(DUoS)*를 납부하고 있는데, 현재 DUoS는 넓은 지역을 기반으로 요금이 책정되어 있어 EV 충전량이 증가함에 따라 나타나는 수요 패턴의 변화를 반영하고 있지 못하고 있는 실정임

*배전시스템이용료(DUoS, Distribution Use of System): 배전망 이용에 대한 비용으로 시간대별로 각기 다른 요금이 적용됨

■ **(개요)** 전기 자동차 충전으로 증가하는 전력 수요를 수용하기 위한 솔루션 탐색

- 평균적으로 전기 자동차는 집 전원에 연결된 시간의 19%만 충전에 쓰이므로, 스마트 충전 제어를 통한 **피크시간대의 수요 이전(Shift)**이 가능해짐
 - 2021년 10월에 종료된 1차 Shift 프로젝트에서는 고객의 85%가 스마트 충전 제어를 선택하여 저녁 피크시간에 전기차 충전 수요가 평균 79% 감소하였음
- UK Power Networks(배전망 운영자)는 고객에게 인센티브를 제공하기 위해 Kaluza, Octopus Energy, ev.energy 3개사와 함께 시장 메커니즘을 시험함
 - 용량기반 DUoS 요금은 고객의 적극적인 참여를 유도하고, 시간대별 DUoS 요금은 피크 이동에 효과적이나 전기차 확산시 유연성 시장의 활용이 요구됨

요금제	Time of Use DUoS pricing trial (시간대별 DUoS 요금제)	Capacity-based DUoS pricing trial (용량기반 DUoS 요금제)	LV Flexibility procurement trial (LV 유연성시장 기반 요금제)
참여사			
개념	EV 충전알고리즘 최적화를 통한 시간대별 충전	EV와 가정의 전력소비 전체를 관리하는 용량기반의 충전	LV 유연성 서비스를 제공하기로 계약한 공급업체의 충전 알고리즘

미국 - 전기 스쿨버스 V2G 프로젝트 (2021~2022)

■ [배경] 전기 스쿨버스의 도입 필요성 증가

- 미국 내 전기 스쿨버스 보급률은 2~3%로 대다수는 내연기관 버스 운영
 - 탄소배출량 감축 및 전기버스로의 전환을 촉진하기 위해 V2G 기술을 활용한 수익 창출 모델에 주목
- 스쿨버스는 운행시간을 제외한 대부분 주차되어있어 잉여 전력의 활용 가능

■ [개요] Highland Electric Fleets의 스쿨버스를 통한 전력 공급 프로젝트

- National Grid의 V2G 사업의 일환으로 매사추세츠 베벌리 지역에서 시행
 - Proterra, Thomas Built Buses, Rhombus 및 Synop 등 기술 파트너와 협력
 - (Highland) 버스 및 충전기, 전기 사용료를 부담하는 대신 해당 학군에 고정된 사용료를 부과하며 V2G 전력에 대해 보상
 - (National Grid) 버스 배터리에 저장된 에너지를 사용하여 전력망 부담 완화
- (2021) V2G 서비스 시범 운영을 통한 매사추세츠 전력망 지원
 - 약 3MWh의 전력을 50시간 이상 공급하여 피크 수요 감축에 기여
- (2022) 여름 폭염 시기 80시간 이상의 전력을 공급하여 전력망 안정에 기여
 - 전기 스쿨버스 2대를 활용하여 7MWh 이상의 에너지를 전력망에 역전송
 - 최대 5대의 스쿨버스에 양방향 충전이 가능한 60kW DC 고속 충전기 사용



[그림 2] 충전 중인 전기 스쿨버스(Highland)

호주 - 남호주 V2G 양방향 충전 승인

- **[개요]** 남호주에서 V2G 양방향 충전이 승인되어 전기 자동차 소유자가 그 리드에 전기를 공급하고 계통 안정에 기여한 대가를 받음
 - SAPN(South Australian Power Network)는 사업장이나 가정을 독립형으로 전환할 수 있는 몇 개의 V2G 파일럿 사이트를 승인함
 - 낮에 태양광 발전을 통해 생산된 전력을 자동차에 충전한 다음, 밤에 자동차에 남아 있는 배터리를 방전하여 집이나 회사에 전력을 공급
 - 전기 자동차 배터리 팩에 에너지가 남아 있는 경우 전기를 그리드에 다시 판매할 수 있으며, 아침에 해가 뜨면 자동차가 자동으로 재충전이 됨
 - 모바일 앱을 통해 모니터링 및 충전제어가 가능함
 - 현재 호주에는 단 두 종류의 전기 자동차만 V2G가 가능하며 V2G를 위한 양방향 인버터도 한가지 모델 뿐임
 - Nissan Leaf 해치백과 Mitsubishi Outlander 플러그인 하이브리드 SUV만 V2G가 가능하며, 둘 다 일본 CHAdeMO 충전 커넥터를 사용함
 - V2G 양방향 인버터도 Wallbox Quasar가 유일한 모델임
 - 한 V2G 참여자에 따르면 Nissan Leaf 전기차에는 39kWh의 배터리 팩이 있는데 이를 활용하여 주간 50달러의 수익을 올렸다고 함



[그림 3] 남호주 V2G 참여 사이트

참고문헌

1. (UK Power Networks) Project Shift Final Report (2022)
2. (에너지경제연구원) 전기자동차 충전시스템에서의 신재생에너지 활용 방안 연구 (2018)
3. (PR Newswire) Highland Electric Fleets coordinates V2G programme with electric school buses (2022)
4. (U.S. PIRG 등) Electric School Buses and the Grid: Unlocking the Power of School Transportation to Build Resilience and Clean Energy Future (2022)
5. First Australian benefits from vehicle-to grid EV charging news
6. Japanese industry unites behind e-Mobility Power charging network
7. Bidirectional Charging Management(BCM) pilot project enters key phase: customer test vehicles with the ability to give back green energy