

## 전기자동차의 미래

발행인 \_ 민승재 \_ 한양대학교 기계공학부/자동차공학과공학부 \_ scungjae@hanyang.ac.kr

2009년 8월 3일 요코하마시로 이전한 본사 기념식에서 닛산자동차 CEO인 카를로스 곤(Carlos Ghosn) 씨는 “배출가스 제로 시대를 선도하여 자동차산업의 새로운 시대를 열겠다. ‘리프(LEAF)’가 그 시작이다”라고 전기자동차를 이렇게 소개했다. 리프는 양산형 전기자동차 전용으로 설계된 5도어(해치백) 형태의 콤팩트카로서 2010년 말에 일본 및 북미, 유럽시장에 발매할 계획인데, 우선은 일본에서 연간 5만대를 생산하고 이어서 2012년에는 미국 테네시주 Smyrna공장에서 연간 15만대를 생산할 예정이다. 따라서 수년 후 닛산자동차는 세계에서 연간 20만대 규모의 전기자동차 대량생산 업체가 된다.

양산 형태의 전기자동차 발표가 이어지고 있는 가운데 그 선두는 미쯔비시자동차로 닛산자동차보다도 1년 앞서 2009년 7월 하순에 ‘i-MiEV’를 시장에 투입했다. 경차 ‘i’를 기본으로 개발한 차량으로 우선 1400대 한정생산으로 범인이나 지자체를 중심으로 리스판매 방식을 채택했다. 가격은 459만9천엔(세금 포함)이란 고가이지만 바로 판매가 완료되었다. 2010년 4월부터는 개인에게도 판매하여 연간 생산량을 5000대로 늘려 가격 인하도 고려하고 있다. 후지중공업도 미쯔

비시자동차와 같은 시기인 7월 하순에 경차 ‘스텔라’를 기본으로 한 전기자동차 ‘스바루 플러그인 스텔라’를 판매하여 가격은 472만5천엔(세금 포함)으로 170대 정도이지만 전기자동차시대가 임박했음을 세간에 확인시켰다. 닛산자동차는 세계적으로 볼 때 현행 하이브리드카를 틈새시장에 지나지 않다고 판단하고 세계 자동차 판매대수에서 전기자동차의 점유비율이 2020년에는 10%가 될 가능성이 있다고 지적한다. 이 예측에 근거하여 전기자동차의 양산체제를 빠르게 정비하고 있는 것이다. 세계적 경영 컨설팅 회사인 A.T. Kearney의 예측에 의하면 2020년의 세계 자동차판매 대수는 8500만대로 10%면 850만대의 전기자동차 시장이 탄생하는 것을 의미한다. 미쯔비시자동차는 2020년까지 당사의 자동차 생산대수의 20%를 전기자동차 및 플러그인 하이브리드차로 한다고 선언했다. 여기서 플러그인 하이브리드차란 발전용 엔진을 탑재한 시리즈 하이브리드차로 외부로부터 충전도 가능하게 한 전기자동차를 말한다.

이러한 전기자동차 추진 움직임은 하이브리드차를 상품 라인업으로 갖지 못한 완성차 업체의 화제 만들기 지나지 않는다고 차갑게 보기는 시선도 있다. 이

러한 회의적인 시각에서는 일본을 중심으로 하이브리드차의 판매가 급증하고 있으므로 전기자동차 열풍은 일과성으로 시들해질 것으로 보고 있다. 수요에 생산이 따라가지 못하여 토요타자동차의 3세대 프리우스는 인도 대기가 8개월로 연장되고 있고 혼다의 2세대 인사이트의 판매도 호조다. 이 두 차종만으로도 일본의 신차 판매대수 점유비율이 2009년 7월 시점으로 13%를 넘고 있다. 이에 비해 전기자동차를 판매하고 있는 일본자동차 업체는 현시점에서 미쯔비시자동차와 후지중공업 등에 불과하고 게다가 양사의 전기자동차 가격은 경차를 기본으로 했으면서도 고가이다. 예를 들어 미쯔비시자동차의 'i-MiEV'의 가격은 '199만8천~158만5천엔)의 3~4배 이상으로 보조금 교부(2009년도는 상한 139만엔)나 세제지원이 없다면 구입자는 한정적일 수 밖에 없다. 확실히 이미 200만엔 전후의 대중차 가격으로 구입할 수 있게 된 하이브리드차가 존재하는 가운데 배기가스 없는 플린 자동차라는 사실만으로 고가의 전기자동차가 보급될 분위기는 아니라고 한다. 이것은 어디까지나 현재 조건하에서의 시나리오로 하이브리드차도 처음에는 보급에는 무리라고 했으나 시장이 성립되기까지는 어려움의 연속이었다. 향후 전기자동차의 경쟁력이 증가하고 가솔린 엔진차의 시장을 잠식하여 하이브리드차에 경쟁하는 시대가 올 가능성은 충분하다.

그 근거 중 하나로 전기자동차에 소요되는 경제적인 부담이 경감되는 방향으로 움직임이 가속되는 점이다. 우선 향후 원유가가 급등할 가능성이 있다. 현재는 비교적 안정적이지만 중장기적으로 볼 때는 상승기조를 유지할 것이다. 가솔린 엔진차는 물론 어느 정도 연비에 우수한 하이브리드차도 연료로 가솔린을 사용하는 이상 원유가 급등의 영향을 직접 받고 유지비 상승은 필할 수 없다. 이에 비해 전기에너지는 연료로 중유 등을 사용한 화력발전 이외에 원자력이나 수력, 풍력, 태양광 등 여러가지 발전방법이 있다. 때문에 가

격이 비교적 안정적이고 현재에도 가솔린가격의 약 1/3로 진력회사가 제공하는 요금제를 이용하여 야간시간대에 충전하는 경우는 1/9정도까지 저렴할 가능성이 있다. 환경부하에 대한 규제강화 움직임도 전기자동차에 유리하게 작용한다. 주목해야할 것은 이산화탄소 배출에 벌금을 부과하는 움직임으로 선진국을 중심으로 가속되고 있다. 현재 CO<sub>2</sub>배출량 규제를 선도하고 있는 것은 유럽연합(EU)으로 세계에서 가장 엄격한 규제를 발표하고 일본과 미국이 이를 거의 따라가는 상황이다. EU는 2012년까지 자동차의 평균 CO<sub>2</sub>배출량의 상한을 자동차 자체로 130g/km(연비환산으로 17.8km/L) 타이어와 에어컨의 개선, 바이오 연료의 도입 등을 포함하여 120g/km(연비환산으로 19.3km/L)로 하는 규제를 발표했다. 현재 판매되는 배기량 1.5L이상의 가솔린 엔진차로는 만족시키지 못할 정도로 엄격한 규제에 만족시키지 못하는 자동차 업체에는 벌금이 부과된다. EU는 장기적으로 규제를 강화할 계획으로 2020년에 평균 CO<sub>2</sub>배출량을 95g/km(연비환산으로 24.4km/L)로 억제할 목표도 제시하고 있다. (그림 1) 현재는 이러한 규제에 대해 신차를 모두 하이브리드차로 교체하면 대응 가능하지만, 하이브리드차도 가솔린엔진을 탑재한 이상 규제강화에 자유롭지 못한 상황이다. 반면 주행시에 CO<sub>2</sub>를 배출하지 않는 전기자동차는 보조금 순영은 있어도 역풍의 걱정은 없다.

추가적으로 전기자동차의 차량가격은 향후 급속히 하락하게 된다. 현재 전기자동차가 고가인 것은 구동용선지로 주류인 리튬이온 2차전지의 가격이 높기 때문이다. 현재는 거의 특별주문품에 가깝지만 전지는 이른바 장치형 산업으로 설비투자가 되고 양산이 시작되면 가격은 크게 떨어진다. 또한 전기자동차의 차량자체는 단순한 구조이므로 엔진과 모터를 조합하는 하이브리드차보다도 차량가격은 훨씬 저렴하게 될 가능성이 있다. 전기자동차에는 1충전당 주행거리(1충전 항속거리)가 가솔린 엔진차보다도 짧기 때문에 전지

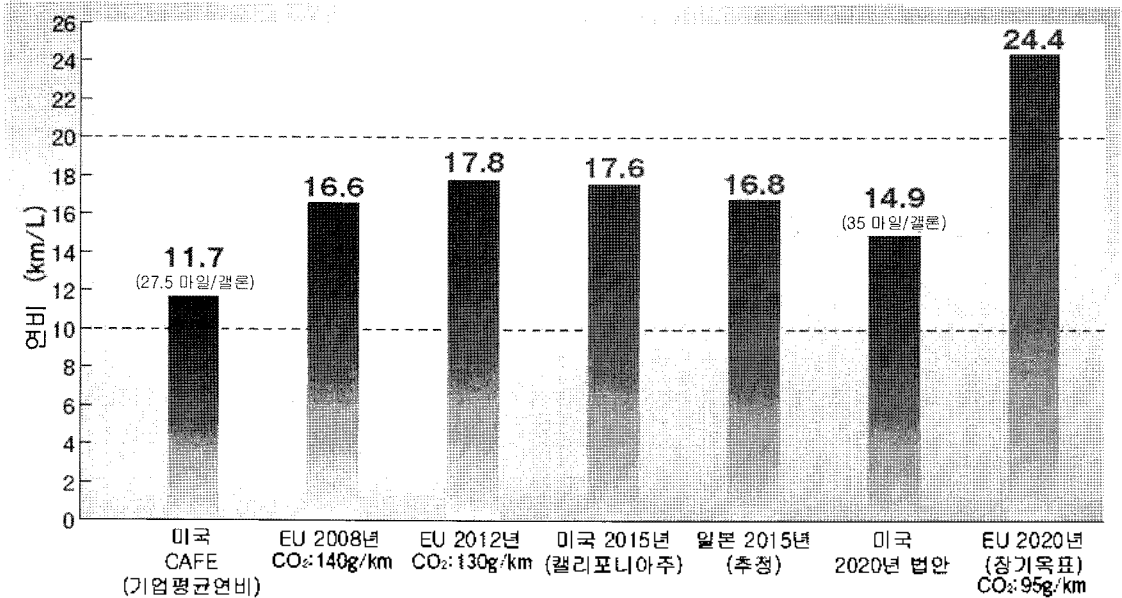


그림 1. 일본, EU, 미국의 승용차 연비규제

끊김의 불안이 있으나 이에 대해서는 지방자치단체나 전기자동차를 추진하는 기업 등이 충전인프라를 정비하는 움직임이 나타나고 있고, 향후 로드서비스 업체에서 급속충전서비스 등도 시작할 계획이어서 불안감을 줄일 수 있다. 선택폭 증가도 기대할 수 있다는데, 향후 구입할 수 있는 전기자동차의 차종이 다양해질 것이기 때문이다. 대량생산이 가능한 소형차 분야에서 하이브리드차를 제조하는 자동차 업체는 현재 세계에서 토요타자동차와 혼다뿐인데, 선행하는 양사에 국내외 자동차 업체들이 새로 하이브리드차를 만들어 경쟁하는 것은 기술적으로나 가격적으로도 어렵다고 생각할 수 있다. 따라서 전기자동차라면 구조가 복잡하지 않고 새로운 시장이므로 진입이 용이하다. 같은 이유로 선진국뿐만 아니라 신흥국의 다른 업종이나 벤처기업 등도 전기자동차 시장에 도전할 가능성이 있다. 전기자동차 추진과는 세계 동향으로 볼 때 시간의 문제로 전기자동차로 가는 것은 필연이라고 판단하여 타사보다도 먼저 진행하고 있다.

보급에 필요한 기초조건은 갖추어가면 되는데, 그렇다면 성능은 어떤가? 하이브리드차는 실질적으로 “반 전기자동차”이므로 전기자동차와의 성능차이는 보기 힘들지만, 가솔린 엔진차와 비교하면 전기자동차의 고성능이 명확하다. 모터는 회전수가 거의 제로인 상태에서 큰 토크가 발생하므로 차량의 가속성능이 우수하다. 비즈비시자동차의 ‘i-MiEV’는 발전시 180Nm의 토크를 발생하여 경차 ‘i’의 터보 사양차를 능가하는 가속성능을 발휘한다. 닛산자동차 ‘리프’의 토크는 최대 280Nm로 콤팩트카이면서 FR(전부엔진 후륜구동)형태의 고급차와 동등한 가속성능을 과시한다. 엔진이 없기 때문에 진동과 소음이 적어 차내 쾌적성이 증가한다. 또한 에너지 효율이 높다. 가솔린 엔진차에서는 열손실이 크고 가솔린 에너지 중 주행동력에 사용할 수 있는 것은 전체의 약 10%에 지나지 않는다. (에어컨을 사용하는 등 실제 사용을 가정한 경우) 이에 비해 전기자동차는 에어컨이나 보조기기류 등의 손실 비중이 가솔린 엔진차보다는 크지만, 효율

이 90%를 초과하는 모터를 주동력원으로 사용하므로 리튬이온 2차전지에 충전된 에너지 중 약 35%를 주행동력으로 발생한다. (그림 2) 신제품은 감속, 제어시에 운동에너지를 회생할 수 있으므로 전기자동차의 에너지 효율은 더욱 높아진다. 인료로부터 타이어를 회전하기까지의 이른바 “Well to Wheel”로 본 에너지 효율은 엔진차체의 효율을 15%로 한 경우에 가솔린 엔진차로 약 13.5%이지만, 이에 대해 화력발전은 전체로 모터의 효율을 90%로 하면 송전 손실 등을 고려해도 전기자동차의 에너지효율은 약 27.3%로 가솔린 엔진차와 비교해 적어도 2배이다. 현재 상태로 리튬이온 2차전지를 탑재하면 차량중량이 가솔린 엔진차보다도 증가하므로 계산대로는 될 수 없는 점을 감안하더라도 전기자동차의 에너지 효율에는 큰 잠재력이 있다.

이렇게 우수한 소질을 갖춘 전기자동차이지만 본격적인 보급에 있어서는 다음 두가지 과제, 즉, 짧은 항속거리와 높은 가격을 해결할 필요가 있다. 이중에서

전기자동차에 신중한 자동차 업체가 가장 먼저 지적하는 과제가 짧은 항속거리이다. (그림 3) 예를 들면 혼다의 경우 항속거리가 500km를 만족하지 못하는 것은 혼다의 자동차라고 부를 수 없다고 생각하고 있다. 콤팩트카인 ‘Fit’의 경우 연료탱크용량은 42L, 연비는 10·15모드에서 가장 낮은 등급으로도 16.2km/L 이므로 항속거리는 680km에 달한다. 이에 비해 미쯔비시자동차가 ‘i-MiEV’에 탑재한 리튬이온 2차전지는 16kWh로 엔진차의 연비에 해당하는 전비는 10·15 모드에서 10km/kWh로 완전 충전한 경우 항속거리는 160km이고, 에어컨 사용시 약 30%의 전력이 소비되는 점 등을 감안하면 실제 전비는 7~8km/kWh로 저하되어 항속거리는 100~130km 정도로 단축된다. 이러한 차이는 가솔린의 에너지밀도가 약 12,000Wh/kg로 현재의 리튬이온 2차전지와 비교해 약 100배 높기 때문이다. 모터와 비교해 엔진의 에너지 효율이 약 1/10 일지라도 가솔린의 에너지밀도가 10배 높게 된다. 이것이 하이브리드차를 추진하는 토요타자동차나 혼다가 현실적에서 전기자동차의 상품화에 신중한 자세를

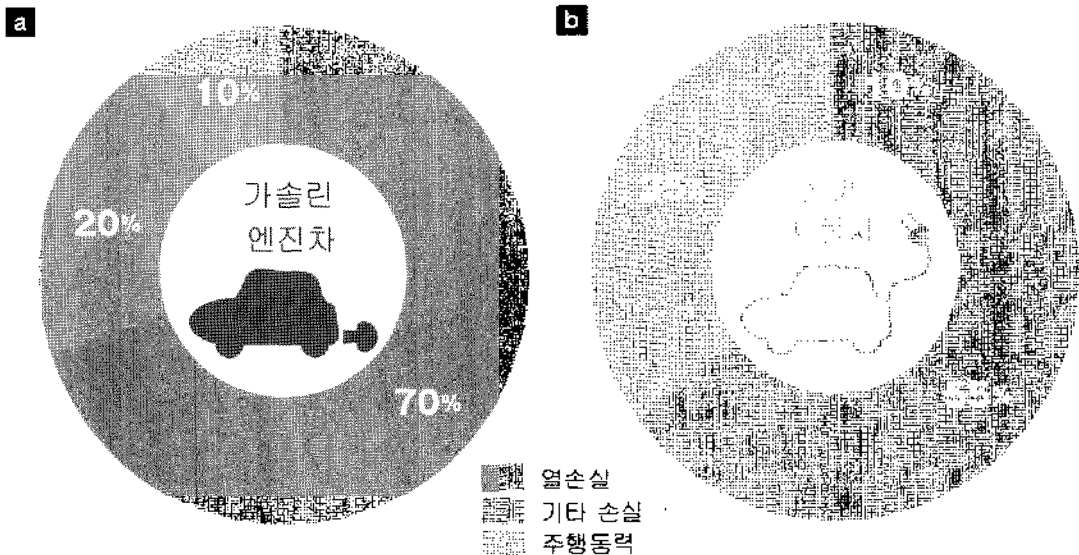


그림 2. 주행동력으로 이용할 수 있는 에너지 비율

나타내는 큰 이유중 한가지이다. 미쯔비시자동차도 닛산자동차도 전기자동차의 현재 항속거리에 만족하고 있는 것은 아니다. 그럼에도 불구하고 미쯔비시자동차가 실제 항속거리가 100km 정도의 전기자동차 판매에 나선 배경에는 나름대로 이유가 있다. 고객의 하루 평균 주행거리를 조사한 결과 100km 정도면 충분히 많은 고객의 수요를 만족시킬 수 있다고 판단했기 때문이다. 예를 들어 일본의 경우 평일에는 약 90%의 고객이 40km 미만, 휴일에도 약 80%가 60km 밖에 주행하지 않는다는 사실을 파악했다. 지금까지 자동차 업체는 항속거리 200km이하인 전기자동차는 자동차가 아니라고 주장해 왔지만, 최근 미쯔비시자동차는 100km이하의 전기자동차의 판매를 검토하고 있다. 이것은 자동차 업계의 상식을 깬 혁명적인 반언으로 평가한다. 닛산자동차의 '리프'는 24kWh의 리튬이온 2차전지를 탑재해 항속거리는 북미 연비기준인 US LA4모드로 에어컨을 가동시킨 상태에서 160km 이상을 실현하고 있다. 일본의 10·15모드로 환산하면 항속거리는 보나 늘어난다. 실주행에서도 일정 속도로 에어컨 부하를 걸지 않는 등 유리한 환경이라면 200km도 가능하다. 닛산자동차도 하루 평균 주행거리를 조사한 결과 항속거리가 100km면 전세계 고객의 80% 이상을 만족시킬 수 있고, 미국에서도 100마일(약 160km)이면 94%를 만족시킬 수 있다고 발표했다.

한편 닛산자동차는 짧은 항속거리를 보완하는 방법으로 IT를 이용하여 카 내비게이션 상에 항속 가능한 영역을 표시하고 새로 설치된 충전시설을 자동적으로 갱신하여 운전자에게 알려주는 기능 개발에 노력하고 있다. 그래도 항속거리가 한정되면 구매를 고려하지 않는 고객이 있고, 충전잔량이 신경쓰여 매번 완전충전 상태로 주행할 수도 없는 상황이다. 또한 평일은 비교적 단거리밖에 주행하지 않아도 가끔 휴일에는 멀리 나가고 싶다고 생각하는 고객이 많으므로 이러한 요구를 만족시키기 위해서는 충전 인프라의 정비가 필수적이다. 그러나 가솔린 주유소와는 달리 기업에 의한 인프라 정비는 기대하기 어렵다. 전기 자체가 저렴하고 충전에 시간이 소요되므로 고객 회전이 낮아 충전비즈니스만으로는 매력적이지 않다는 것이 일반적인 의견이다. 전기자동차가 거의 주행하지 않는 현 시점에서 충전설비에 투자하는 것은 모험이 크다. 여기에 충전설비의 확충에 의욕을 보이는 곳이 지방자치단체이다. 전기자동차(EV)와 플러그인 하이브리드차(pHV)를 본격적으로 보급하기 위하여 실증실험을 진행하는 "EV/pHV 다운"에 선발된 8개의 지방자치단체는 대도시 뿐만 아니라 지방도시도 있다. 이 지자체에는 전기자동차 보급을 촉진하기 위하여 공용차나 우편집배차, 택시 등에 전기자동차를 도입한다. 또한 개인의 차량구입을 독려하기 위하여 보조제도나 세계

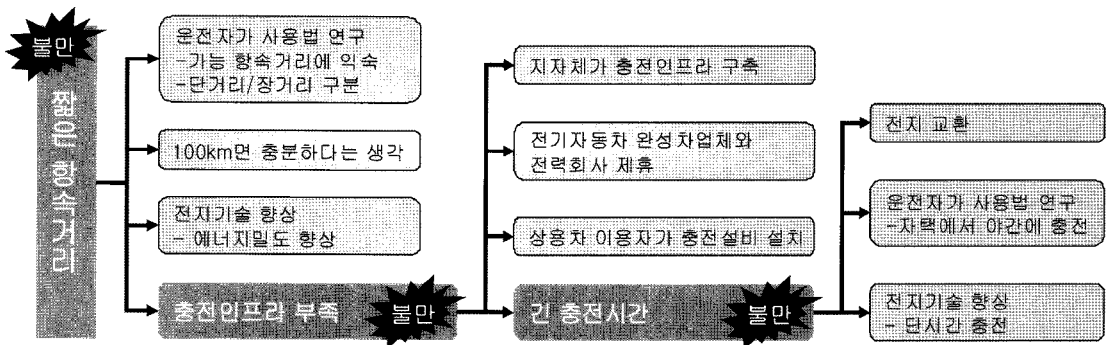


그림 3. 전기자동차의 주요과제

우대 등을 실시한다. 이러한 초기수요 창출과 병행하여 정부와 지자체, 자동차업체, 전력회사, 쇼핑센터나 편의점, 민간주차장, 가솔린 주유소, 고속도로회사 등이 제휴하여 충전 인프라를 정비하고 이용을 촉진시키는 정책을 실천하고 있다.

실제로 그렇게 많은 충전 인프라가 없어도 충분하다고 보는 의견도 있다. 전기자동차에 익숙해지면 운전자는 급속충전기를 거의 사용하지 않게 된다는 것이다. 전기자동차를 소유한 처음에는 급속충전기가 없으면 불안해 하지만, 주행거리를 알게 되면 충전은 집에서 게다가 전기요금도 저렴한 심야에 충전하게 되고 급속충전기는 일종의 안전망 역할을 하게 된다. 완전 충전까지의 시간은 'i-MiEV'의 경우 가정용 100V 전원으로 약 14시간, 200V로 약 7시간 소요되고, 급속충전기로는 완전 충전의 80%까지 30분 걸린다. 그러나 30분이라도 가솔린 충전 시간에 비하면 훨씬 길다. 이 부분도 전기자동차의 과제로 자주 지적된다. 그러나 실제로는 충전전량이 세로가 된 이후 충전하는 고객은 적고 귀가 도중에 충전전량이 불안해 1kWh분량 정도 조금 충전 하는 고객도 많을 것이다. 현실적으로 그 정도 충전시간이 걸리지 않는 경우가 많은 것이다. 기술개발도, 진행되어 보다 단시간에 충전할 수 있는 리튬이온 2차전지가 등장했다. 예를 들면 도시바가 개발한 Super Charge Ion Battery (SCiB)로 제로에서 완전 충전의 90%까지 충전하기 위해 필요한 시간이 약 1분으로 현재의 1/30으로 단축시켰다. 이로써 충전을 기다리는 시간을 지루하게 생각하는 고객은 거의 없게 된다. 애초 항속거리가 짧다고 하는 문제는 고객이 전기자동차의 특징에 맞춰 사용법을 익힘으로써 회피할 수 있다는 의견도 있다. 예를 들면 매일 뽕근이나 쇼핑, 역까지의 마중 등에 전기자동차를 사용하고 가끔 휴일의 장거리 운전에는 렌트카로 엔진차를 빌리는 방법이다. 전기자동차의 보급 시나리오는 다음과 같다. 우선은 상용차나 공용차에 전기자동차가 도

입되고 그 모습을 일반 고객이 관찰하고 사용할 수 있다고 판단한 사람이 세컨드카로 이용하기 시작한다. 일본에는 특히 지방에 있어서 소형 세컨드카의 큰 수요가 있고 이러한 이용자의 반증도가 높아지면 전기자동차는 서서히 증가할 것이다. 이온리튬 2차전지의 에너지밀도 향상으로 소형차에서 중형차로 응용도 바라볼 수 있다. 남은 과제는 높은 가격인데 연비가 우수한 하이브리드차도 신차판매대수의 비율이 10%를 넘은 정도로 잘 팔리게 된 것은 2009년에 들어서 신차 가격이 가솔린 엔진차와 비슷하게 되면서 부터이다.

전기자동차를 보급하기 위해서는 가격을 가솔린 엔진차와 동등하게 하지 않으면 안된다는 의견이 지배적이고, 적어도 가솔린 엔진차보다 10~20% 높은 정도로 유지할 필요가 있다. 문제는 역시 리튬이온 2차전지 가격이 높은 점으로 현재는 일반적으로 20만엔/kWh이다. 미쯔비시자동차 'i-MiEV'의 전지가격은 차량가격의 반 정도로 계산하면 14.3만엔/kWh인데 이 정도로는 보급이 잘될지 의심스럽다. 한편으로 전기자동차는 전기료가 가솔린 가격보다도 저렴한 장점이 있다. 전기자동차 추진비는 초기투자는 다소 많아도, 운영비용을 포함한 고객 부담이 동등하다면 해볼만하다고 생각한다. 예를 들면 총주행거리를 10만km로 하고 경차 크기의 소형 전기자동차와 가솔린 엔진차의 비교로 리튬이온 2차전지 가격을 어느 정도로 제한해야 하는지 계산해 본다. 전기자동차의 전비를 10km/kWh, 전지가격을 24엔/kWh(야간이용)로 가솔린 엔진차의 연비를 20km/L, 가솔린 가격은 120엔/L로 가정하면 전기로는 24만엔, 가솔린 가격은 약 60만엔으로 계산할 수 있고 리튬이온 2차전지 구입비용에 총당할 수 있는 36만엔 차액이 있다. 역산해보면 1kWh당 리튬이온 2차전지 가격은 차량에 탑재한 전지용량이 10kWh(항속거리 100km)라면 3.6만엔, 16kWh(항속거리 160km)라면 2.3만엔, 24kWh(항속거리 240km)라면 1.5만엔으로 제한할 필요가 있다는

것을 알 수 있다. 이 계산은 전기의 야간요금(동경전력의 경우로 약 9엔)을 이용하고 기술된 가격이 상승하면 보다 전기자동차에 유리하다. 1kWh당 리튬이온 2차전지에 해당되는 가격은 10kWh를 차량에 탑재하면 9.1만엔, 16kWh면 5.7만엔, 24kWh면 3.8만엔으로 그 폭은 더 넓어진다. 야간 충전율 기본으로 리튬이온 2차전지의 가격이 3만엔/kWh이하면 총지불액이 기술된 엔진차를 밀들어 전기자동차의 보급 가능성이 증가한다.

과연 3만엔/kWh이란 가격은 가능한 것인가? 경제산업성은 2006년 8월에 발표한 “차세대 자동차용 전지의 장래에 관한 제언”에서 자동차 탑재용 전지(실질적으로 리튬이온 2차전지)의 에너지밀도와 목표 가격의 로드맵을 작성하였다. (그림 4) 이에 따르면 현재 100Wh/kg, 20만엔/kWh의 전지는 약 5년 후인 2015

년에는 150Wh/kg, 3만엔/kWh으로 약 10년 후인 2020년에는 300Wh/kg, 2만엔/kWh이 된다. 그 중에 2015년의 가격목표인 3만엔/kWh가 실현되면 전기자동차의 조기 보급도 가능하다. 3만엔/kWh이란 가격 실현성과 관련하여 대량생산의 전제 하에 재료조달 단계부터 적극적으로 자립하면 달성가능성이 있다. 이 목표 가격은 노트북 등 전자기기의 리튬이온 2차전지의 가격(30엔/Wh)과 동일한 수준이다. 리튬이온 2차전지 가격이 여기까지 떨어지지 않아도 고객의 부담을 기술된 엔진차와 동등하게 제한하는 방법은 있다. 예를 들어 닛산자동차는 리튬이온 2차전지를 임대하는 것을 검토중인데, 고객은 매월 사용료를 지불하고 그 사용료와 전기료, 차체가격의 합계가 기술된 엔진차와 비슷하게 사용료를 설정하면 계산이 맞는다. 또한 수명이 우수한 리튬이온 2차전지를 개발한 도시바는 임대방식과 제사용을 조합한 방법을 제안하

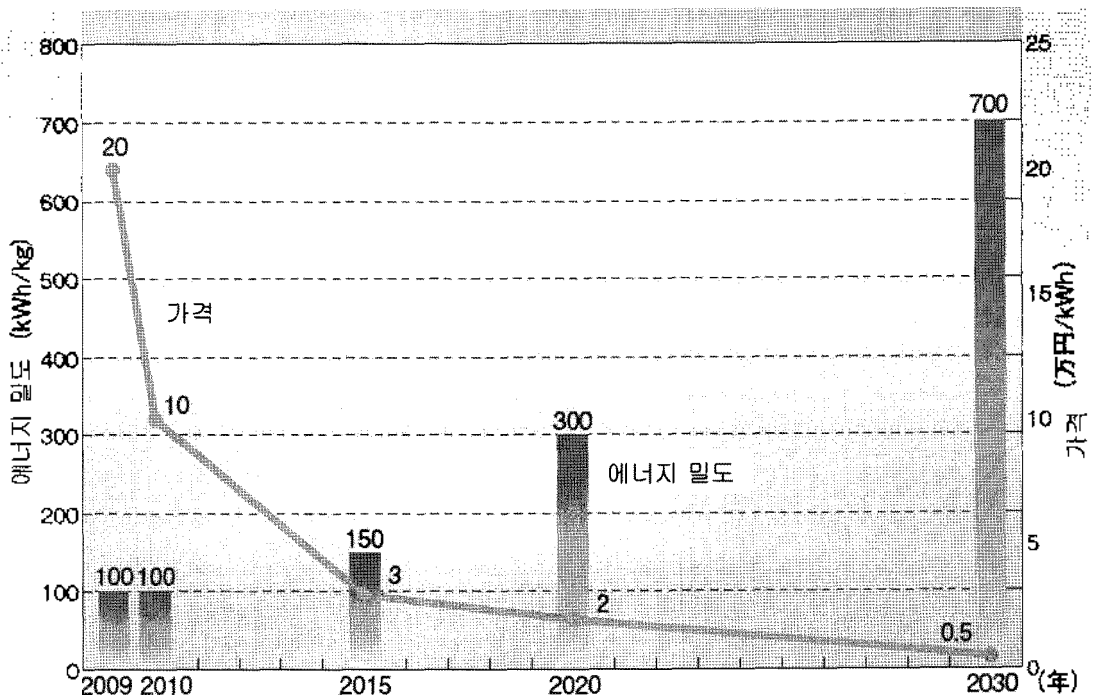


그림 4. 차량탑재용 2차전지의 에너지밀도와 가격 로드맵



고 있다. 예를 들어 차량에 탑재하여 몇 년간 사용한 후 리튬이온 2차전지를 가정용 축전지 등으로 재판매함으로써 신차 구입시 가격을 대폭 낮출 수 있다.

이러한 전기자동차 시장이 새롭게 탄생하는데 기대가 커지고 있다. 그러나 한편으로 자동차산업 내에 그 동향을 주시하고 있는 기업도 지시 않다. 정밀부품의 진수인 엔진은 물론 그 주변에 있는 다수의 부품이 필요하지 않게 되기 때문이다. 구체적으로 보면 가장 영향이 큰 것은 앞서 말한대로 엔진이 필요하지 않게 된다는 사실이다. 토요타자동차에 의하면 전자화의 진행 등에 따라 현재 엔진차 전체의 부품수는 10만개로 증가되고 그 중에서 엔진에 사용되는 부품수는 세는 방법에 따라서 다르지만 1~3만개로 예상된다. 한편 전기자동차를 구동하는 모터의 부품수는 대략 30~40개 이고, 모터에 전류를 공급하는 인버터의 경우 전자부품이 실장된 회로기판을 하나로 간주한다면 50~60개에 지나지 않고 합쳐도 80~100개 정도이다. 엔진뿐만 아니라 자동변속기(AT)와 토오크 컨버터, (또는 수동 변속기(MT)와 클러치, 또는 무단변속기(CVT)와 토오크 컨버터), 흡기계, 연료계, 배기계, 윤활계, 충전/시동계 부품, 점화장치, 유압브레이크가 필요없게 된다. 한편 전기자동차에 새롭게 필요한 것은 모터, 인버터, 전지, 차량탑재 충전기 등이다. 배기량 2L급 차량으로 금액을 보면 엔진 가격이 약 20만엔, 트랜스미션계가 약 20만엔, 축계가 약 5만엔 등 적어도 50만엔 이상의 부품이 전기자동차에서는 사라진다. 이에 비해 모터와 인버터를 포함한 가격은 엔진과 동수를 양산하는 경우 엔진의 1/3정도까지 하락할 가능성이 있다. 즉 차종이나 사양에 따라서 다르지만 일반적으로 7만엔 정도가 될 수 있다. 차액인 약 40만엔 이상을 2차전지의 조달비용으로 활용하면 보급용 전기자동차 실현이 가능하게 된다. 또한 엔진차 이상으로 부품의 공용화가 진행되기 때문에 전기자동차의 차량가격은 보다 하락할 가능성이 있다. 예를 들어 어떤 차량에

약간 큰 모터를 탑재해도 제어에 의해 출력을 조정할 수 있으므로 모터의 종류를 줄여서 양산효과를 볼 수 있다. 이에 따라 플랫폼 종류를 엔진차보다도 적게 할 수 있기 때문에 차량가격 하락이 가능하다. 또한 부품수가 감소되어 조립공정 비용도 절감된다. 자동차 업체는 기존 엔진계의 개발이나 생산에 전체의 20~50%인 대량의 경영리소스(인력, 현물, 자본)를 투자해 왔다. 이것은 적어도 엔진의 부가가치가 높기 때문에 성립했다. 출력이나 연비, 배기가스 정화성능 등을 향상 시킬수록 엔진은 복잡, 고도화되고 따라서 부품에는 보다 정밀한 가공이 요구된다. 이를 위해 현재 자동차 업계는 위성차업체들 중심으로 협력회사가 모이는 그룹(계연) 전체로의 수직통합형의 제조업이 확립되어 있고, 뒤워크를 부기로 복잡, 고도화된 엔진의 성능이나 품질을 높은 수준까지 제조하는 것이 일본의 자동차 업계의 특징으로 강점이다. 따라서 이것은 외부에 대해 높은 진입장벽을 구축하고 우수한 경쟁력을 만들어 낸다.

한편 앞서 말한대로 전기자동차의 구조는 상당히 단순하다. 전기자동차는 부품을 조달하고 조립하면 최종 제품이 가능한 모듈형 제품이 될 가능성이 높다. 이렇게 되면 PC나 LCD TV 등 디지털 가전과 같은 형식으로 전기자동차 산업에 있어서는 수평분업화가 급속히 진전될 수 있다. (그림 5) 진정한 의미로 자동차 업체의 계열이 붕괴되고 성능과 품질을 만족하면 보다 저렴한 기업으로부터 구매하는 조달방법으로 교체된다. 그에 앞서 표준화가 일어나고 표준화에 의해 고객의 부가가치가 최대화되기 때문이다. 만약 어떤 자동차 업체가 전기자동차의 설계도를 무상으로 공개한다면 사정은 어떻게? 그 설계도대로 부품 업체가 부품을 제공하고 신흥국의 신생 업체 등이 사실상 '표준형 전기자동차'를 시장에 투입하는 것을 연상하게 된다. Windows형 PC 보급의 역사를 보면 쉽게 상상할 수 있다. 플랫폼과 모터, 인버터, 2차전지, 충전기 등 주



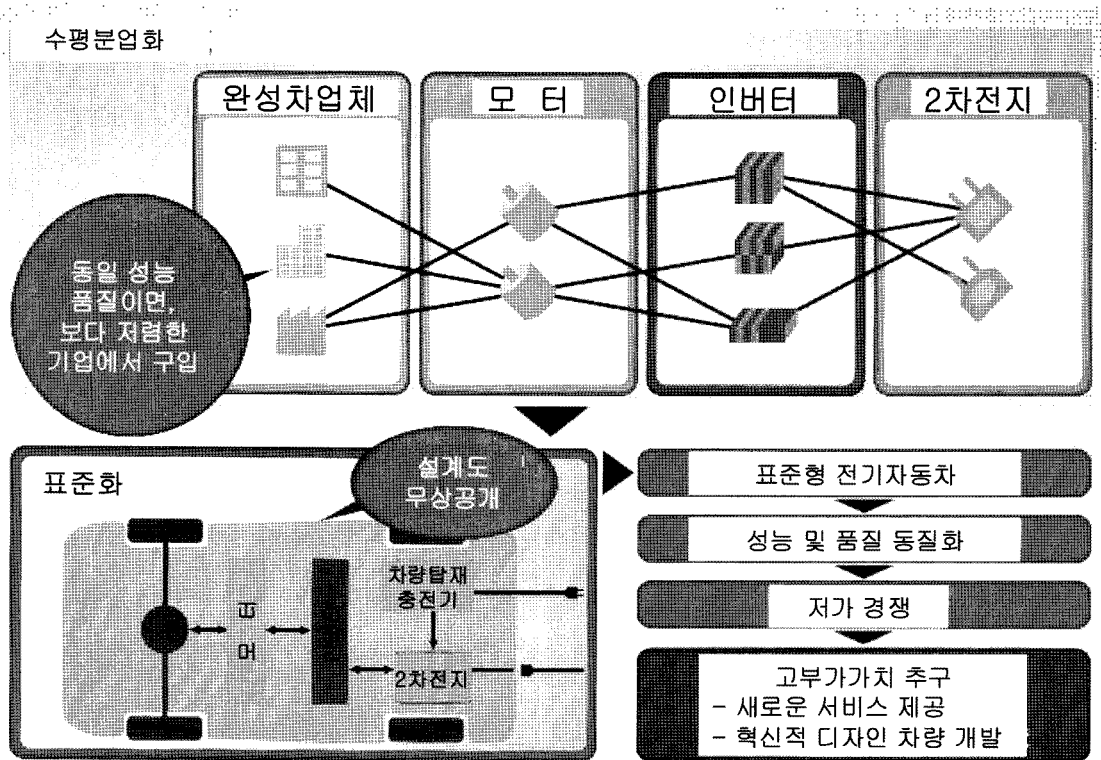


그림 5. 전기자동차가 가져올 산업구조의 변화

요부품간의 표준 인터페이스가 확립되어 각 부품분야에서 각종 연구와 개량이 진행되고 있다. 이에 따라 표준형 전기자동차의 성능은 향상되고 많은 고객의 요구를 만족시키게 된다. 문제는 수평분업화와 표준화가 진행됨으로써 저가격경쟁에 의한 소모전이 전개되어 제품의 부가가치가 감소하는 점이다. 즉 전기자동차는 이익을 볼 수 없는 산업이 될 수 있다. 실제 일본의 PC 메이커는 이익폭이 적던지, 이익율은 높지만 틈새에 머물러 있던지 양자택일을 강요받고 있는 형국이다. 전기자동차 자체로 충분한 이익을 내기 위해서는 제조, 판매, 서비스를 제공하는 일련의 공정 가운데서 부가가치를 높이는 노력이 필요하다. 특히 중요한 것은 IT를 사용한 서비스를 제공하는 등 새로운 비즈니스를 구축하는 것이다.

통신분야에서는 이미 하드웨어만을 제공하는 기업은 생존하지 못하는 상황이 되고 있다. 전기자동차에 통신기능을 표준으로 탑재해 운전자가 필요로 하는 정보나 음성, 화상정보, 유익한 서비스 등을 제공한다. 텔레매틱스를 우선 추진하는 이유이다. 이렇게 주행/회전/정지라는 부가가치를 기존과는 다른 각도에서 높여가지 못하면 이익을 저하로 비즈니스가 어렵게 되기 쉽다. 여기서는 미국 Apple사의 iPod모델이 참고가 될 지 모른다. 음악이나 영상 등을 즐기는 휴대단말 iPod나 휴대전화기 iPhone을 판매해 PC상에서 동작하는 콘텐츠 관리 소프트웨어 iTunes을 무상제공한다. 그래서 충분히 보급된 iTunes을 매개로 음악이나 영상 등의 콘텐츠를 판매하여 큰 이익을 내고 있다. 이 비즈니스모델은 카세트 테이프나 CD 등의 광디스크



크를 매체로 사용한 시절에는 실현하지 못한 것이다. 전기자동차 업계에서는 어느 업체가 최초로 달리는 iPod를 제공할 것인가? 전기자동차 시대가 오면 부품수가 감소하여 기업이나 계열의 슬림화에 대한 압박이 오는 것은 아닌가에 대한 질문에 전문가들은 전기자동차가 보급됨에 따라 만일 차량의 부가가치가 떨어지면 자동차와 집을 연결하는 부문에서 지금까지 없던 비즈니스를 발굴하는 방법, IT를 이용한 운전 등을 지원하는 방법, 도시나 거리의 인프라와 연계한 부문에서 비선충전 등 새로운 사업을 고려하는 방법을 통하여 부가가치를 높여갈 것이라고 대답한다.

전기자동차는 자동차 업체 이외의 많은 기업에 신규진입의 기회를 제공한다. 구조가 단순하므로 전기자동차는 누구도 비교적 간단히 만들 수 있다는 의견도 있다. 전기자동차를 개발한 자동차 업체는 엔진차에서 오래기간 연구한 높은 안전성이나 신뢰성이 전기자동차에도 필요하고 이것은 신규 업체들이 모방할 수 없는 진입장벽이 될 것이라고 주장한다. 그렇지만 차량 개발 경험이 없으면 자동차 업체의 경험자들 스카우드하거나 자동차개발을 주도한 기업과 제휴하는 등 신규 업체가 대응할 방법은 있다. 실제로 미국에서는 벤처기업이 빅3보다도 적극적으로 전기자동차의 사업화에 움직이고 있다. 예를 들면 Tesla Motors는 가격이 10만900달러(1000만엔)를 넘는 스포츠카 Roadster를 발매하고 있다. 모터는 대만공장에서 생산하고 리튬이온 2차전지는 일본의 전지업체로부터 셀을 구입해 미국의 본사 공장에서 차량에 탑재하는 전지팩으로 가공하고 있으며 차체는 영국 Lotus사로부터 구입한다.

현재는 본사 공장에서 수작업으로 이 부품을 차량에 조립하고 있다. 2011년에는 전기자동차로 독자 설계한 5도어 형태의 모델S를 4만9900달러(약500만엔)에 발매할 계획이다. 타업종으로부터의 진입으로는 중국의 BYD Auto사가 유명하다. 휴대전화기용 리튬이온 2차전지의 양산으로 세계적인 대기업으로 성장한 이 회사는 현지 자동차 업체를 인수하여 차량 기술을 입수하고 전기자동차 시장에 진입하여 이미 플러그인 하이브리드차 'F3DM'을 중국시장에서 발매했다. 가격은 14만9800위안(이브로 일본엔으로 약 210만엔인 Ni-MiEV)의 1/2이하로 저렴하다. 이 사례를 보면 부품업체가 차량 메이커로 변신하는 것도 불가능하지 않다는 사실을 알 수 있다. 수평분업화와 표준화가 진행되면 예를 들어 모터 생산에 특화해 사내에 설비가 없는 차체나 샤시 등의 부품은 자동차 업체 등에 맡두는 것도 가능한 지 모르므로 전기자동차에는 하청과 모기업의 관계가 역전될 가능성도 있다. 전기자동차가 정말로 보급될지에 대해서는 현재 어느 누구도 정답을 갖고 있지는 않다. 다만 전동화의 흐름은 필연이므로 다행이 보급된다고 하더라도 아직 시간은 있다. 그동안 전기자동차가 가져올 산업구조의 변화를 파악하여 적실히 대응해야 한다.



본 기사는 한양대학교 기계공학부/자동차공학과 민승재 편집위원이 NIKKEI MONOZUKURI 2009년 9월호 전기자동차 특집 기사에서 발췌하였으며, 출판사인 Nikkei Business Publications, Inc.의 인탁처는 다음과 같다.

Fax: 81-3-5210-8122

URI: <http://techon.nikkeibp.co.jp/Monozukuri>