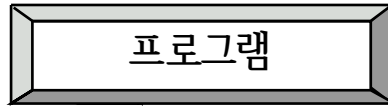


제17회 차세대 테크 리더십 포럼
- 차세대 배터리, 미래를 충전하다 -

◆ 일 시 : 2023년 5월 13일(토)
◆ 장 소 : 코엑스 컨퍼런스룸 402

한국공학한림원



I .	개회 및 YEHS/YIPL 소개	1
II .	연사발표	
	. [학 계] e-Mobility 시대의 심장 : 배터리	6
	- 이상영 연세대학교 언더우드 특훈교수	
	. [산업계] 전기차 배터리, 오늘과 내일	42
	- 신영준 LG에너지솔루션 부사장	
III .	폐 회	78

I. 개회 및 YEHS/YIPL 소개(14:03)

○ 사회 김서현

그럼 이제 본격적으로 포럼 시작하도록 하겠습니다.

뒤에 계신 분들 잘 들리시나요?

[청중들 “예~”]

감사합니다.

‘싱그럽다’라는 표현이 딱 잘 어울리는 파릇한 연둣빛으로 가득한 요즘입니다.

이런 좋은 날씨에도 시간 내주시어 오늘 행사에 참석해 주신 여러분께 모두 기쁘게 환영의 인사 먼저 드리겠습니다.

저는 오늘 사회를 맡은 제17회 차세대 테크 리더십 포럼의 차세대 공학리더 YEHS 제 18대 회장 김서현입니다.

반갑습니다.

(박수)

차세대 테크 리더십 포럼은 YEHS와 YIPL에서 주관하는 공학인들을 위한 포럼으로, 대학생, 대학원생, 공학에 관심 있는 누구나 참여 가능한 행사입니다.

이번 17회 차세대 테크 리더십 포럼에서는 ‘차세대 배터리, 미래를 충전하다’라는 주제로 국내 최고 전문가 두 분을 연사로 모셨습니다.

이번 포럼을 통해 여러분들 모두 차세대 자동차의 핵심 기술인 배터리에 대한 인사이트를 강연과 질의응답 시간을 통해 얻어가는 유익한 시간 보내시기를 기대합니다.

오늘 리더십 포럼의 프로그램 일정입니다.

세션은 각 강연 45분과 질의응답 35분으로 구성되어 총 80분씩 2회 진행됩니다.

해당 일정표는 여러분께 나누어드린 팸플릿에도 나와 있으니 참고해 주시면 감사하겠습니다.

본 행사에 앞서 이번 행사를 주관한 YEHS와 YIPL이 속해 있는 한국공학한림원에 대한 간단한 소개 먼저 드리겠습니다.

한국공학한림원은 공학 및 기술의 발전을 효율적으로 추진하고 우수한 공학인들을 발굴, 활용하기 위하여 설립된 특수단체입니다.

학생들과 미래에 대한 비전을 공유하고 공학기술인들이 여러 분야에서 자긍심을 가진 리더로 성장할 수 있도록, 국가에 기여할 수 있도록 YEHS와 YIPL을 포함한 다양한 인재양성 사업을 활성화하고 있습니다.

오늘 특히 YEHS와 YIPL을 담당해 주시는 이찬미 연구원님과 이영란 연구원님께서 이 자리에 함께해 주셔서 자리 빛내주셨습니다.

도움 많이 주셔서 감사하다는 말씀 이 자리를 빌려 말씀드립니다.

다음은 차세대 공학 리더 YEHS를 소개드리겠습니다.

YEHS는 ‘Young Engineers Honor Society’의 약자로 각 대학 총장과 공과대학 학장의 추천을 받고 선발된 약 1,500명의 회원으로 이루어진 대한민국 공과대학 학우들의 연합 네트워크입니다.

더 자세한 소개는 영상으로 대체하도록 하겠습니다.

- 영상물 상영 -

전 세계 문화시장의 화두 ‘한류’, ‘음악’, ‘드라마’, ‘영화’ 등 수많은 대한민국 콘텐츠들이 세계 시장을 석권하고 있고 지금도 새로운 작품들이 더 큰 한류를 확산시키고 있다.

챌나의 성공에 끝나지 않을 한류, 그리고 이제 새로운 분야의 한류가 태동하고 있다.

공학이란 이상과 현실을 이어주는 끈이다.

인류의 발전을 이끌어 온 공학, 전화기의 역사만으로도 공학이 우리 삶의 변화에 어떻게 이어져 있는지 알 수 있다.

갈수록 그 중요성과 가치가 높아지는 공학, 그리고 여기 대한민국 공학을 이끌어 나갈 새로운 국가대표들이 성장하는 곳이 있다. 바로 차세대 공학 리더 YEHS.

서울대, KAIST, 고려대, 한양대, 연세대, POSTECH, 성균관대, 중앙대 등 전국 유수의 공과대학에서 각 대학 총장과 학장이 선발하고 추천한 우수 학생들의 모임 YEHS.

공학이 이상과 현실을 이어주는 끈이듯 YEHS는 공학 강국 대한민국을 이어주는 끈이 되고 있다.

미래 꿈나무들에게 공학을 이어주는 끈 YEHS.

초등학생부터 고등학생까지 보다 쉽게 공학을 접하게 하고 공학에 대한 관심과 이해를 높여주는 YEHS의 각종 교육 활동들, 이를 통해 미래의 주역들에게 공학에 대한 꿈을 심어주고 있다.

공학도와 공학도를 이어주는 끈 YEHS.

서로 다른 대학, 전공, 비전을 가진 공대생들.

YEHS에서는 다양한 소모임과 수많은 학습들을 통해 공학도 간의 지속적 교류와 지적 성장은

물론 확장된 인적 네트워크가 만들어지고 있다.

대한민국 공학과 더 큰 세계를 이어주는 끈 YEHS.

저명한 공학자들과 CEO들이 함께 만들어가는 각종 세미나, 그리고 이미 세계적 기업과 자신의 분야에서 탁월한 역량을 발휘하고 있는 YEHS의 수많은 선배들과의 시너지.

YEHS는 더 큰 세계로 뻗어갈 수 있는 다양한 경험과 수많은 기회를 연결하고 있다.

YEHS는 단순한 모임이 아니다.

신입 회원부터 시니어 회원까지 수많은 사람들이 모여 세상을 놀라게 할 새로운 가치를 만들어 내는 곳, 공학 한류를 현실로 연결하는 끈, 바로 차세대 공학 리더 YEHS다.

○ 사회 김서현

이어서 YIPL을 소개해 드리겠습니다.

YIPL은 ‘Young Intellectual Property Leaders’의 약자로 한국공학한림원 및 특허청 공동 주최, 그리고 한국발명진흥회가 주관하는 캠퍼스 특허 전략 유니버시아드 수상자로 구성된 대규모 지식재산 네트워크입니다.

이어서 마찬가지로 더 자세한 소개는 영상으로 대체하도록 하겠습니다.

- 영상물 상영 -

“저에게 YIPL이 아주 쉽터 같은 공간이었던 것 같습니다.”

“나에게 YIPL은 뿌리다.”

“현직에 계신 분들의 강연이나 뭐 그런 설명회 같은 것들을 많이 진행한다고 알고 있는데, 그런 점들 때문에 YIPL에 참여하게 되었습니다.”

“평소에 수상자 모임이라고 많이 알고 있었고 또 다양한 네트워크들이 마련되어 있어서 되게 좋은 경험들을 많이 할 수 있다고 들어서 YIPL에 참가를 하게 되었습니다.”

“YIPL은 공학의 가치를 키웁니다.”

“YIPL이 당신의 가치를 키웁니다.”

“YIPL이 대한민국 공학의 중심입니다.”

“YIPL이 대한민국 공학의 중심입니다.”

“화이플 파이팅!”

○ 사회 김서현

앞서 보여드린 2개의 영상은 YEHS와 YIPL에 대한 간략한 소개를 담고 있는데요.

이 두 단체에 대해 더 소식이 궁금하신 분들께서는 화면에 보이는 각각의 유튜브, 인스타그램, 그리고 페이스북 계정에 업로드되는 게시물들을 참고해 주시면 좋을 것 같습니다.

본격적인 강연에 앞서서 차세대 테크 리더십 포럼은 양방향적인 소통을 지향하고 있음을 알려드립니다. 이에 저희는 충분한 질의응답 시간을 마련하게 되었는데요. 이때 효율적인 질문 수학과 선정을 위해 이번 리더십 포럼에서는 ‘피존홀’이라는 플랫폼을 사용하기로 했습니다. 피존홀을 통해 여러분들은 실시간으로 질문을 올리실 수 있습니다. 질문을 하지 않더라도 다른 참가자들의 질문을 확인할 수 있으며, 올라온 질문 중에서 답변을 듣고 싶은 것이 있으시다면 해당 질문의 투표를 통해 질문의 우선순위를 높일 수 있습니다.

크게 3가지를 기억해 주시고 참여해 주시면 좋을 것 같습니다.

첫째, 질문을 업로드하거나 질문에 투표를 해 주세요.

질의응답 시간에는 가장 많은 투표를 받은 질문부터 차례대로 답변을 진행할 예정입니다. 비슷한 질문의 내용이 중복되어 올라오는 것을 피하기 위해 피존홀 질문을 올리실 때는 비교적 넓은 범위로 간단한 내용을 작성해 주시면 감사하겠습니다. 또한 민감하거나 강연 내용에 관련이 없는 질문이 올라올 경우에는 제외될 수 있음을 미리 말씀드립니다. 만약 연사분께서 질문에 답변을 하시는 동안 그와 관련된 추가질문을 하고 싶으시다면 본 질문의 댓글에 추가질문을 남겨주시면 되겠습니다.

댓글도 마찬가지로 투표 가능하니 해당 기능을 적극 활용해 주시면 좋을 것 같습니다.

둘째, 행사의 원활한 진행을 위해 피존홀을 통해 질문을 작성하실 때는 모든 실명과 소속을 기입해 주시면 감사하겠습니다.

선정 질문을 작성해 주신 분께는 저희가 직접 마이크를 전달드릴 예정입니다. 질문에 대해서 다시 설명과 함께 말씀을 해 주시면 되는데요. 혹시 직접 마이크를 잡고 질문하시는 것이 부담스러우신 분들께서는 피존홀 질문을 올리실 때 별표 표시를 붙여서 올려주시면 됩니다. 해당 질문은 제가 대신 읽어드리도록 하겠습니다.

현재 피존홀에 팸플릿 혹은 앞쪽에 있는 QR 코드를 사용해 접속해 보시면 예시 질문이 올라와 있으니 참고 바랍니다.

셋째, 접속 방법은 팸플릿에 자세히 나와 있으니 참고해 주시면 감사하겠습니다.

여러분들께 나눠드린 팸플릿에는 말씀드린 바와 같이 QR 코드가 올라와 있고 이것을 찍으시면 바로 질문을 할 수 있는 곳으로 들어갈 수 있습니다.

또한 직접 피존홀 사이트에 들어가 접속 코드를 입력하는 방식으로 질문 가능하며, 해당 접속 코드는 앞에 나와 있는 것 같이 ‘YEHS’ ‘YIPL’이라고 입력해 주시면 되겠습니다.

II. 연사 발표

- e-Mobility 시대의 심장 : 배터리

○ 사회 김서현

그러면 첫 번째 세션을 진행해 주실 연사님을 소개드리겠습니다.

이상영 교수님께서서는 현재 연세대학교 화공생명공학과에서 2차전지 연구센터장, 언더우드 특훈교수로 재직 중입니다.

‘e-Mobility 시대의 심장 : 배터리’를 주제로 강연을 진행해 주실 이상영 교수님을 앞으로 모시겠습니다.

모두 큰 박수로 맞이해 주시기 바랍니다.

(박수)

○ 연사 이상영(연세대학교 언더우드 특훈교수)

여러분, 반갑습니다.

토요일이고 날씨도 좋은데 여러분들의 개인 시간을 희생해서 이런 강연에 와주신 것을 보고 아주 뜻 깊고, 특히 또 2차전지에 관심을 갖고 와주신 것 같아서 2차전지 종사자로서 아주 뿌듯한 마음을 감출 수가 없습니다.

이렇게 보니까 제 강의를 듣는 학생들도 몇 분이 보여서 더 반갑기도 하고요.

어떤 얘기부터 시작할까 하면서 여기 앉아서 사진을 보니까 이 그림이 하나 보이네요.

저것을 보니까, 우스갯소리입니다. 우리 2차전지 사진이 보이는데 반도체 위에 있죠?

무슨 얘기하는지 아시겠죠?

이제는 2차전지가 반도체보다 위라는 사실이죠.

그리고 지금 아직은 아니지만 거의 따라붙었고, 아마 2차전지가 반도체를 능가하는 시대는 여기 이 자리에 계신 여러분들이 아마 해 주셔야 될 것 같습니다.

저는 확신을 갖고 있고, 2차전지가 여러분들이 아마 제 나이 정도 됐을 때는 우리나라 대표산업이 확실하게 될 것으로 생각을 하고 있습니다.

저는 제목을 이렇게 붙여봤는데, 아무래도 배터리에 관심을 가지신 이유가 전기차 때문이기도 한 이유가 크고, 그래서 제 다음으로 LG에너지솔루션 신영준 CTO께서 전기차와 관련된 내용을 좀 더 자세하게 말씀해 주실 것이고, 그래서 전반적으로 전기차 쪽에

포커싱을 두되, 결국 우리가 배터리가 시작이 됐던 것은 와이어리스와 모바일 디바이스가 커지면서 그것의 전원으로 주목받았기 때문에 제목을 약간 브로드하게 넣어봤습니다.

참고로, 다음 연사인 신영준 CTO는 저하고 LG화학을 같이 다녔습니다.

LG에너지솔루션의 이전 이름이 LG화학이었고, 제 옆에서 같이 일하던 동료이자 제 후배이기도 했던 사람이라서 또 감회가 새롭습니다.

그래서 제가 첫 장에도 LG 배터리를 넣었죠. 특별한 것은 아니고 제가 LG 출신이라서, 진행하겠습니다.

저희 실험실 간단하게 소개하고 넘어가겠습니다.

저희 실험실원들 사진을 찍은 것이고, 저희 연구 분야인데 일일이 다 설명하기는 어렵고, 저희는 2차전지 중에서 주로 전지 소재와 차세대 시스템의 소위 말하는 포스트 리튬이온 배터리와 관련된 얘기들을 많이 하고 있습니다.

저희 실험실 홈페이지고, 현재 약 한 26명의 석·박사와 포스닥 학생들과 같이 일을 하고 있습니다.

제 연구실에 관심 있는 학생들은 여기를 클릭해서 들어가서 보시면 되겠습니다.

그러면 먼저 전기차와 관련된 깊은 이야기는 아마 우리 신영준 CTO께서 자세해 주실 것이고, 저를 앞에 배치한 이유는, 여기 배터리를 잘 아시는 분도 있겠지만 배터리를 그냥 피상적으로만 아시는 분들도 계실 것 같아서 처음에는 제가 약간 인트로덕션 위주로 설명을 드리도록 하겠습니다.

다시 한 번 배터리가 반도체 이기는 얘기가 나오네요.

그런데 오해는 하지 마실 게, 여기 나온 대로 우리가 메모리 반도체만 이기는 것이지, 시스템 반도체나 비메모리까지 가면 그것은 분야가, 영역이 확대되기 때문에 얘기는 조금 달라요.

확실합니다. 거의 확실하고, 지금 2차전지 성장 속도는 저희가 예측하는 게 무의미할 정도로 너무 빨리 올라가고 있어요.

예를 들어서 이것 보시면 올해 약 1,000조, 전지 3사, LG, 삼성, SK가 올해 수주한 물량만 300조가 이상이고, 이게 매달 바뀌어서 무슨 의미가 없는 숫자가 되고 있어요.

어마어마한 물량이죠.

오늘 저하고 다음 연사 강의를 들어보시면 알겠지만, 이 시장이 커진다는 게 어떻게 사회에 영향을 끼치는지를 여러분들이 아실 겁니다.

먼저 응용부터 보면, 여러분들 당장 지금 핸드폰, 노트북, 그다음에 오늘의 큰 화두인 전기차, 이 모두 다 배터리에 의해서 돌아가죠.

그다음에 또 한 가지 큰 분야가 있습니다.

우리나라에서는 조금 중요성을 덜 받고 있지만 미국에서는 전기자동차하고 거의 쌍벽을 이룰 정도로 크게 주목받고 있는 분야가 이 에너지 스토리지 분야, ESS라고 하는 분야입니다. 이게 엄청 커질 겁니다.

이렇게 볼 수가 있겠고, 아까 동영상 지나가는 걸 보니까 핸드폰부터 이렇게 지나가던데, 제가 LG화학, 지금의 LG에너지솔루션을 97년에 입사했고, 그 당시에 96년부터 LG화학이 배터리 연구를 했어요. 그러니까 제가 거의 원년 멤버죠. 저하고 일했던 사람이 지금 말한 대로 CTO, 그다음에 지금 사장 등등이 다 저하고 같이 일했던 사람들인데, 원년 멤버죠.

그 당시 저희가 했던 게 뭐였냐면, 혹시 ‘PCS 폰’이라고 들어보셨어요?

내가 이렇게 강연을 할 때 몇 가지를 던져보면 세대 차이가 나는 거예요.

전혀 못 알아듣는데, 여기 나이 드신 분들 있으면 ‘알아요.’ 그러면서 들어요.

핸드폰 역사를 보면 그 옛날에는 무전기 같이 이렇게 허리에 차고 다니는 벽돌같이 생긴 핸드폰을 갖고 다녔습니다. 옛날 드라마나 영화 보면 회장님 폰이라고 해서 쓰던 것, 거기에는 니켈 메탈 하이드라이드라는 배터리가 들어가 있었어요.

그것을 쓰고 있다가 제가 97년도에 입사했을 때 우리가 만든 배터리가 어디에 쓰였냐면 PCS폰이라고 해서 아까 동영상에 잠깐 지나가던 스마트폰 이전에 피쳐링폰 이전에 아주 얇은 핸드폰이 나오게 된 겁니다.

그래서 그때 들어가는 배터리를 LG화학과 삼성SDI가 처음 만들었던 거예요. 거기에 저희가 인볼브를 했고 거기서부터 출발해서 이렇게 들어온 거죠.

얘가 이렇게 커질 줄은 저도 몰랐어요. 아마 신영준 CTO도 몰랐을 겁니다.

아무튼 이렇게 바뀌었고, 현재뿐만이 아니고 앞으로 미래를 생각하면 굉장히 펜시해 보이죠? 로봇도 보이고 드론도 보이고, 좀 있으면 여기 UAM도 있을 텐데 등등등등.

한마디로 얘기해서 여러분들이 선이 없는, 즉 무선 상태에서 무언가가 작동한다 라고 하면 그것의 심장은 배터리라는 겁니다.

상상치도 못 하는, 지금 제가 이것을 보여드리는 이유는, 제가 현재 지금 중요한 응용 분야로 4개를 얘기했죠? 모바일폰, 노트북 PC, 전기차, ESS 얘기했지만, 그 다음으로 넘

여가면 여러분들이 상상하는 것 이상으로 무궁무진한 응용 분야가 커질 거라고 생각하고 있습니다.

혹시 여러분들 IoT라고 들어보셨나요?

‘Internet of Things’라고 해서 사물인터넷, 그러니까 이 세상의 모든 사물들은 서로 사람처럼 얘기를 할 수 있다 라는 게 사물인터넷 개념인데, 저희 배터리 하는 사람들은 그 사물인터넷의 또 다른 이름이 BoT라고 얘기해요. ‘Battery of Things’.

생각해 보시면 사물인터넷이 사물들이 서로 연결돼서 이야기를 한다고 하면 ‘사물이 생물도 아니고 어떻게 서로 동작하지?’ 결국은 배터리가 필요하다는 얘기입니다.

그래서 IoT의 또 다른 이름은 BoT라고 할 수가 있어요.

여기 보시면 다시 한 번 그 응용들이 나오죠.

여기에는 조금 더 미래에 방점을 두기 때문에 드론이라든지 웨어러블 로봇 이런 정도들이 나오기 시작을 합니다.

오늘의 화두는 전기차고, 전기차가 저희 표현에 의하면 비행기로 췄을 때, 여러분들 주식 안 하죠? 주식, 각자 선택이니까..

저한테 자꾸 주식과 관련돼서 문의하는 사람들이 있는데, 참고로 저는 LG에너지솔루션 주식 한 주도 안 갖고 있습니다.

“이미 상투 잡는 것 아니냐.” 그러는데 비행기로 치면 활주로에서 Take-off 하는 순간이라고 보시면 돼요. 아직도 성장 가능성은 무한하다 라고 보시면 되겠습니다.

전기차, 그렇게 커질 거고요.

그런데 지금 이런 분야들이 있죠. 이런 분야들도 지금 어마어마하게 커질 거라고 생각하면 됩니다. 특히 여러분들은 젊으니까 현재 산업의 큰 것에만 주목하지 마시고, 여러분들이 사회 리더가 됐을 때 어떤 분야가 커질지를 생각해 보세요.

제가 여러분들만 한 나이일 때는 진짜 배터리가 이렇게 커질 거라고는 상상도 못 했고, 저는 화공과 출신이니까 당연히 석유화학 쪽으로 가야 된다고 생각을 하고 있었어요.

몇 십 년 사이에 완전히 바뀌었죠.

그런 것을 생각하면서 여러분들이 이런 기술들을 보면 좋겠습니다.

여기 전기차를 중심으로 해서 또 한 번 정리가 됩니다. 거의 다 나열돼 있죠.

그래서 결국은 사물인터넷이라고 하는 것에 대해서 여러분들이 주목하면서 그것의 전원으로 배터리, 배터리에 대해서 주목하면 되겠습니다.

저희가 배터리 소사이어티에서 무슨 얘기가 있었냐면, “왜 우리는 노벨상이 안 나올까?” 이런 얘기를 하다가, “전기차가 길거리에 소위 말하면 벤츠 정도로 보이면 노벨상 받을 거다.” 그랬어요. 그런데 진짜 받더라고요.

2019년에 이 세 분의 학자님들이 노벨상을 받으셨습니다.

구디너프, 이분 이름이 너무 좋죠. 연세가 100세가 넘었어요. 아직도 강의하시고 아직도 논문 쓰세요. 그런데 요새는 치매가 걸리셔서 조금 힘들어하시는 것 같기는 한데, 이분이 2차전지 핵심 소재 중에 하나인 양극재를 개발하셨어요.

양극재를 개발하셨고, 그다음에 휘팅엄 교수님은 2차전지의 컨셉을 제안하신 분입니다.

제안하시고, 이 요시노 박사는 음극을 개발하신 분인데, 다 진짜 대단하신 분이예요.

다 대단하신 분인데 제가 이분 얘기는 조금만 더 하고 넘어갈게요.

여러분들이 수업시간에 전기화학이나 배터리 수업들이 요새 많을 테니까 들어보면, 우리 리튬 배터리도, 오늘의 화두는 사실 리튬 배터리잖아요. 그다음에 볼타가 개발했던 것은 아연 전지고.

자, ‘전지’ 그러면 뭐가 앞에 이렇게 붙어요. 거기에 ‘금속’이 붙습니다. 아연, 리튬, 마그네슘, 리크 이런 식으로.

볼타가 전지를 개발한 이후 200년이 넘도록 ‘무슨 전지’ 그러면 당연히 그 대표성을 띄는 금속을 음극으로 써야 된다고 알고 200년 이상이 흘러왔는데 이분이 그 개념을 뒤집은 거예요.

그러니까 리튬 2차전지가 사실은 1980년도에 프랑스의 ‘몰리’라는 회사에서 처음으로 상업화를 했어요.

했는데, 그 당시 그 제품은 200년 전 컨셉을 그대로 답습해서 음극에 리튬 금속을 쓰는 것을 개발했습니다. 좀 이따 다시 한 번 나오겠지만, 그랬더니 뽕뽕 터진 거야. 엄청나게 터진 거예요.

그래서 몰리가 ‘아, 이것은 안 된다. 이렇게 위험한 전지는 상업화가 안 되겠다.’ 해서 사업을 접었어요.

접었는데, 그로부터 한 13년? 81년에 사업 그만두고 91년, 10년 정도 됐네요.

이분이 뭘 하셨냐 하면, 리튬 전지인데 음극에 리튬을 안 쓰고 그래파이트를 쓰는 것을 개발하셨어요.

이게 생각해 보면 굉장히 획기적인 생각이예요.

2000년 동안 전 세계 모든 사람들이 고정관념으로 알고 있었던 것을 뒤집은 사람이에요.

그 덕에 오늘날 여러분들이 2차전지를 쓰게 된 것이고 이 시대까지 온 겁니다.

그래서 우리 젊은 학생들이, 여기 중에 우리 엔지니어들은 다 취업을 하든 대학원을 가든 R&D와 관련된 일들에 관여할 텐데, 기존에 보고된 것을 그대로 받아들이지 마시고요. ‘저게 왜?’ ‘저게 왜 정답이야?’ 항상 의심을 하세요. 엉뚱 같은 생각을 해 보시고, 특히 2차전지와 같이, 별로 역사가 길지 않은 학문이잖아요. 여기를 하나하나 뜯어다 보면 굉장히 퀘스천이 있는 것들이 많아요.

설령 저 같은 사람한테 “그게 왜 써요?”라고 물어봐도 ‘어? 그러네.’ 이런 생각을 먹을 때가 있어요.

그런 것들이 많기 때문에 여러분들이 학교에서, 학생이니까 주로 학교에서 배웠을 텐데 학교에서 배운 것들에 대해서 ‘교수님이 가르쳐줬으니까 진실이다.’라고 생각하지 마시고 ‘왜?’ ‘반대는?’ 이런 생각을 한번 먹어보세요.

그래서 이분 덕에 여러분들이 현재 2차전지를 사용하게 된 것이고, 그런데 또 아이러니컬하게 다시 리튬으로 가고 있어요. 그것은 좀 이따 한번 말씀드려 볼게요.

애를 또 얘기할 수가 없죠. 안 할 수가 없어요. 테슬라.

오늘 아침에 다음에도 뉴스가 떴고 매일경제에 떴던데, 테슬라 공동 창업자, 테슬라의 일론 머스크하고 같이 창업했던 사람이 기고를 한 게 있는데 첫 문장이 뭐냐 하면은, ‘2005년에 LG화학으로부터 이러한 공식적인 어필 메일을 받았다.’ 하면서 출발을 해요.

저는 그걸 보고 깜짝 놀랐어요. 그것 진짜 있었던 일이거든요. 그리고 제가 그 자리에 같이 있었고.

무슨 얘기냐 하면, LG화학에서 테슬라에 ‘너희, 왜 우리 LG화학 배터리 사용해? 전량 다 보내.’라는 메일을 보낸 거예요. 왜? 터지니까.

무슨 얘기냐 하면, 2005년 당시만 하더라도 노트북과 핸드폰에 2차전지를 사용했었던 거였고, 그 당시에 LG화학은 노트북에서 화재가 발생해서 전량을 리콜하는 사태를 겪었어요. 그래서 공장이 한 달간 쉬었어요.

세이프티에 대해서 엄청나게 신경이 써있는 상황인데 듣도 보도 못 한 회사가 원통형 전지로 전기차를 만들겠다고 하는 생각을 해서, 다시 얘기하면 애네가 이 손가락만 한 원통형 전지를 이 밑에 7,000개 깔고 들어갑니다. ‘미친 애들이다. 절대 만나면 안 되고 쓰면 안 된다.’라고 해서 그 항의 메일을 보냈고, 저도 사실 비슷한 경험이 있었는데,

제가 그 당시에 해외 학회 가서 발표하고 이랬을 때 제가 LG화학에서 왔다고 그러니까 누군가가 와서 저한테 명함을 주고 되게 친한 척하면서 “꼭 좀 연락 주세요.” 그래요. 누군가 봤더니 테슬라 직원이에요.

그래서 저는 연구소에서 출발했지만 ‘어, 나는 그래도 회사에 기여했다. 영업에 성공했다.’ 이래서 기쁜 마음으로 들어가서 회사 가서 보고 했다가 욕 바가지로 먹었어요.

“너는 비싼 돈 들여서 학회를 보내놔더니 쓸데없는 놈 만나고 다닌다. 그게 어떤 애들인지 알아?” 그러면서 “개네 미친 애들이야.” 이런 식으로 왜냐하면 그 당시만 하더라도 손가락만 한 전지, 지금 여러분들 노트북에는 원통형 전지 안 씁니다.

그런데 여러분들 부모님한테 물어보세요.

그 당시는 원통형 전지를 6개 넣어요, 노트북을 작동하기 위해서. 그게 터져 갖고 난리인데, 7천 개를 넣고 만든다고? 이것은 정상이 아니에요.

그래서 엄청 혼났던 기억이 납니다.

그러면서 얘기하셨던 게 지금 개네들한테 원통형 전지, 소위 말해서 몰래 가져간 거죠. LG화학은 절대로 팔지 않았으니까. 그것 회수하고 있다 라고 하면서 들었던 얘기가 나왔는데 그게 신문기사에 오늘 났더라고요. 재미있습니다.

지금은 여기 못 들어가서 난리죠. 여기 들어가면 주가가 팍팍팍 뛰고 난리도 아니니까.

세상이 참 재미있습니다. 그렇죠?

결국 애에 의해서 전기차 시대가 개화가 된 것과 마찬가지로, 그런데 사실 전기차는 이미 1800년도에 운행이 됐어요.

이게 역사인데, 자세한 건 생략하고 아마 다음 연사께서 좀 더 자세하게 말씀을 해 주실 거예요.

여기 중에 몇 가지 키워드가 있는데, 전기차를, 여기 보면 에디슨도 나오죠? 에디슨이 개발을 했어요. 그래서 진짜 팔렸어요. 길거리도 있고, 좋았어요.

괜찮았는데, 결정타는 애예요. 모델 T, 포드.

자동차 왕이라고 하는 포드가 이 모델 T라고 하는 게 나오면서 전기차가 와장창 무너졌습니다.

왜 무너졌냐? 성능일까요? 성능 좀 차이는 있어요. 하지만 이때도 승차감은 좋았겠죠. 가솔린 덜덜거리는 것보다는.

결정적인 이유는 뭐였냐면 가격이었어요. 애에 비해서 애가 너무나 싼어요, 너무나.

그래서 가격 때문에 밀린 거예요.

그 뒤로는 종적을 감췄죠. 종적을 감추고, 90년대에 들어와서 이 일본에 도요타에서 프리우스라고 하는, 요새도 길거리에 좀 있는데 거기에 리튬이온이 아닌 니켈 메탈 하이드라이드 배터리로 돌아갔습니다.

쭉 왔고, 그래서 아마 우리 신영준 CTO가 한 번 더 얘기해 줄 텐데 여러분들, 20세기 들어와서 전기차, 순수 전기차 아니고 하이브리드에서 최초로 한 것은 일본 도요타이고, 전 세계에서 리튬이온 전지를 가지고 자동차에 처음, 그러니까 리튬이온 전지가 장착된 전기자동차를 최초로 개발한 나라가 어디일까요?

오늘날에 지금 이 전기차에 처음 개발한 나라 어디일까요? 일본? 미국?

중국은 자존심 상하니까 아니고, 유럽?

대한민국입니다. 우리나라입니다.

우리나라고 현대자동차, 그다음에 거기에 들어갔던 배터리가 LG화학 배터리예요.

제가 회사 있을 때 그 일이 벌어졌어요.

그런데, 지금은 참 대단하죠. 그 당시는 현대자동차가 하고 싶어서 했던 게 아니에요.

그 당시만 하더라도 우리나라 기업들은 일본, 유럽, 미국의 기술을 카피했었지, 1등을 한 적이 없어요. 그래서 현대자동차는 도요타 프리우스 같이 만들고 싶었어요.

배터리가 필요하잖아요. 그래서 도요타 애들한테 기술제휴를 해 달라 했더니 도요타 애들이 ‘절대 안 돼. 전기차만큼은 못 줘.’ 막혔어요.

전기차는 개발해야 돼요. 안 되겠어요. 그래서 울며 겨자 먹기 식으로 여기서 보니까 LG화학이 배터리를 만들잖아요. “야, 우리랑 같이 하자.” 그랬어요.

그런데 그 당시에 우리 LG화학은 주저주저했어요. 왜냐하면 “저것을 넣는다고? 어떻게 세이프티 보장해? 책임 안 지면 너 줄게.” 그런 얘기까지 하면서 들어갔던 거예요.

그래서 거기 넣었던 최초의 리튬이온 배터리가 장착된 하이브리드 자동차가 아반떼 하이브리드예요.

아반떼 하이브리드, 뒤에 보면 초록색으로 ‘하이브리드’ 써있는 그 하이브리드가 전 세계 최초의 리튬이온 전지가 장착된 전기차입니다.

그 생각이 나서 우리나라가 그 당시부터 끌고 간 거죠.

그 당시에 그러면 일본 애들은 어땠을까?

비웃었어요. ‘역시 무모하다. 한국인들은 무모하다. 세이프티가 검증 안 된 저것을 어떻

게 쓰려고 하나? 저러다가 한번 크게 당해봐야 정신 차리지.’

그런데 결론적으로 어떻게 됐어요? 우리가 이긴 거예요.

이제는 일본 애들이 땅을 치면서 통곡합니다. 이제는 주도권이 한국으로 완전히 넘어왔어요.

여러분들 선배들이 그렇게 한 겁니다.

그래서 그 부분을 참 자랑스럽게 볼 수 있고, 그런데 자의 반 타의 반 해서 한 거지만 하여튼 우리나라가 1등이라는 것.

그러면 이제 기본적인 내용을 조금 설명을 하겠습니다.

전지(電池), 전지는 배터리라는 말을 듣고는 사실 안 들어오는데, 한자로 쓰면 너무 잘 와요.

‘전기가 담겨져 있는 연못’, 아니면 ‘전기가 담겨져 있는 통’이라고 보시면 되겠고, 이건 제가 직접 찍은 사진인데, 이 사람이 불타예요.

이 불타 고향에서 배터리 학회가 열렸고 거기 가서 제가 사진을 찍었는데, 이태리에서는 이 불타를 신처럼 생각해요. 그래서 이렇게 신전도 만들어놓고 화폐도 있습니다.

그다음에 여러분들, 배터리 단위 볼트가 있죠? 그게 이 사람 이름에서 따온 거예요.

참고로 알아두시고, 그다음에 그 당시는 신기술이었으니까 열심히 홍보했겠죠.

나폴레옹 앞에서 보여줬으니 와~ 되게 신기했겠죠.

이때도 이런 신기술이 많이 어필이 됐습니다.

여기서 이제 질문 하나 드려볼게요.

우리 배터리의 다른 이름이 2차전지잖아요.

그럼 3차전지는 뭐죠? 생각해 보셨나요? 3차전지.

1차 전지는 아시죠? 건전지 한 번 쓰고 버리는 것.

우리 배터리, 2차전지라고 그러죠.

그럼 3차전지가 있어야 될 것 아니에요. 그래야 4차 전지가 나오죠.

3차전지가 뭔지 아시는 분이 계신가요?

제가 강연을 가끔씩 하는데, 일반 대중 강연에 가서 한번 했더니 이것을 초등학생이 맞히더라고요. 정답은 ‘없다.’

그럼 2차전지는 뭔데? 2차전지라는 단어 자체가 반은 엉터리라는 단어입니다.

이것은 일본 사람들이 만들었다는 썰이 있어요.

일본 사람들이 2차전지가 제일 됐는데, 2차전지라는 것을 만들 때 그 당시에 전지는 건 전지밖에 없었잖아요. ‘네가 먼저 했으니까 네가 1차, 두 번째 했으니까 네가 2차’라고 하는 심플한 개념에서 나왔다 라는, 과학적으로는 아무런 의미도 없는, 그래서 또 이것의 영어 표현도 나옵니다. 개네들이 영어를 만들어서 ‘Secondary Battery’라고 만드는데, 두 번째 배터리라는 거죠. 과학적으로는 아무런 의미가 없습니다.

그 옛날에는 ‘Secondary Battery’ 그러면 서양 사람들이 못 알아들었어요.

그럼 영어 표현에 의하면 정확한 표현은 뭡까요? Rechargeable Battery, ‘재충전이 가능한 배터리’ 그래야 서로 알아들었습니다.

그래서 여러분들이 혹시 나중에 2차전지에 관여하셔서 집안에서 ‘야, 넌 2차전지 말고 3차전지를 해야 되는 것 아니냐?’ 물어보면 그렇게 설명하시면 됩니다.

전지, 간단하게 그 내용을 보면, 여러분들 전지가 까만 박스에 있을 텐데 그 까만 박스 내를 뜯어보면 이게 소위 말하는 금속으로 나온 도선이고 그 내부가 이렇게 생겼는데, 크게 전지는 4대 소재가 있습니다. 양극, 음극, 분리막, 전해질이라는 게 있고, 사진부터 보여주면 이게 음극이고요.

음극은 구리 포일 위에 음극활물질이라고 하는 돌가루가 여기 카본블랙이라고 하는 또 다른 돌가루하고 섞여서 위에 올라와 있어요.

그런데 포일 위에 돌가루가 얹어져 있으면 이렇게 옆으로 끼우려면 다 떨어지겠죠.

그러니까 떨어지지 않게 뭐가 필요하죠? 본드가 필요하죠. 그래서 바인더가 같이 포함이 돼 있습니다.

그래서 이렇게 만드는 게 음극, 양극은 알루미늄 포일에 똑같이 활물질이라고 하는 게 있고 **도전재**가 있고 또 본드가 있고 이렇게 돼 있습니다.

실제 사진이 이렇게 생겼고, 제가 이렇게 일부러 하나하나씩 말씀드리는 것은, 우리나라 산업이 지금 이 각각의 컴포넌트들에 다 들어와 있어요.

이 구리 집전체, 알루미늄 집전체, 파우더, 알갱이, 바인더 모든 것에 우리나라 업체들이 지금 다 들어와 있어요.

전지 3사만 중요한 게 아니라, 이 하위 단에 있는 업체들도 매우 중요하고, 여러분들도 아마 그중에 많은 수가 참여할 겁니다.

그다음에 중간에 분리막이라고 하는 구멍이 뽕뽕뽕뽕 뚫려 있는 화장실에서 쓰는 두루마기 휴지 같은 게 있습니다. 그다음에 전해질이 있고, 그렇게 있습니다.

이렇게 4대 소재고, 뒤에 충전·방전이란 얘기가 많이 나오잖아요.

충전·방전이 나오는데, ‘도대체 어떤 게 충전이고 어떤 게 방전이야?’ 헷갈릴 수 있을 테니까 간단한 것 하나만 알고 가시면 됩니다.

일단 리튬을 여러분들이라고 생각하시고, 기억하실 것은 리튬은 ‘나’, 그다음에 음극은 ‘우리 집’, 양극은 ‘학교’ 그것만 기억하세요.

그러면 내가 집에서 학교로 가면 내가 충전이 되고 있어요, 방전이 되고 있어요?

답이 나오죠?

그다음에 학교에서 집으로 가면 뭐하러 간다고 그래요? ‘나 충전하러 간다’ 그러죠?

맞습니다. 그래서 그렇게 기억하시면 절대로 안 까먹습니다.

다시 한 번 얘기합니다.

리튬이 여러분, 집이 음극, 학교가 양극, 그것만 기억하세요. 그러면 절대 충전·방전 안 까먹습니다.

그다음에 전지는 종류가 모양에 따라 크게 구분이 돼요.

이렇게 손가락처럼 생긴 게 원통형 전지, 그다음에 도시락 통 같이 생긴 게 각형 전지, 이렇게 파우치로 만든 게 파우치 전지, 옛날에 폴리머 전지라고도 했는데 이렇게 3가지로 돼 있고, 응용 분야는 계속 바뀌고 있고 배터리로만 치면 3개가 다 쓰여요.

우리나라 같은 경우 현대차는 애(폴리머 전지)를 많이 쓰고 있고, 테슬라는 오로지 애(원통형 전지)만 쓰고 있고, 유럽 자동차는 각형을 많이 씁니다. 중국차도 각형을 많이 쓰고.

3가지가 경쟁을 하고 있어서 누가 이길지는 모르겠어요. 각각의 장·단점이 너무나 명확해요. 참고로, 애는 테슬라가 밀고 있는데 가장 큰 이유는 가격.

그다음에 마켓은 아까도 얘기한 것처럼 어마어마하게 커지고 있는데, 여기 보시면 응용 분야별로 봤을 때 모바일, IT, EV, ESS로 봤을 때 가장 Growth Rate이 큰 것은 EV라는 것, 전기차가 계속 커질 거라는 것, 그다음에 상대적으로 모바일, IT는 어느 정도 Saturation이 돼서 우리나라 업체들은 조금씩 비중을 낮추려고 하고 있어요.

다른 시장으로 가고 있다는 것이고, 여기 보면 소형전지하고 전기차로 보게 되면 소형 전지가 여러분들 아는 핸드폰, 노트북 이런 쪽이에요.

이런 쪽은 삼성 SDI하고 LG엔솔 애네들이 1등이고, 중국이 지금 밀리고 있는 것처럼 보이지만 사실 뒤져보면 또 중국이 1등.

그다음에 전기차 쪽으로 갔을 때는 2020년만 하더라도 LG화학이 1등이었는데 지금은

CATL이 완전히 1등이에요.

그런데 여기서 중요한 것은 CATL은 중국 시장만 거의 가지고 있고, 중국 외로 보면 대한민국이 1등이라는 거죠.

그런데 사실 방심하면 안 돼요.

아마 우리 신영준 CTO가 또 얘기할 텐데, 지금은 이런 거죠. 우리가 100m 달리기를 한다 그러는데, 미국 덕분에 미국이 IRA, 인플레이션 감축법이라고 하는 것으로 해서 중국 사람들 발목을 꼭 잡고 뛰는 거예요. 그러니까 불리한 싸움을 벌이는 거죠.

그런데 이 족쇄가 풀리는 순간 어떻게 될지 모르기 때문에 우리가 항상 긴장해야 되고, 신문지상에서 떠드는 게 ‘배터리가 지금은 좋지만 나중에 어떻게 될지 모르겠다.’라고 하는 것, 제가 봤을 때 그 답은 여러분들이 해결해 주시면 돼요.

여러분들이 계속 열심히 공부하고 우리나라 기술발전 해 주시면 이길 수 있습니다.

벨류체인 입장에서 보면, 우리가 여기 보면 테슬라, 포드, 도요타 이렇게 알고 있는데, 그 다음 단계로 가면 결국은 LG 에너지솔루션, 파나소닉, CATL, 삼성SDI가 있는 것이고, 전기차, 전지, 그다음에 뭐냐 하면 아까 제가 말씀드린 4대 소재로 들어와요.

4대 소재로 들어와서 양극재 보면 유미코와 일본 스미토모 있지만, 요새 주식시장에서 제일 핫한 게 누구죠? 에코프로 연초에 샀어야 되는데, 연초 대비 10배 올랐는데, 배터리 아저씨라는 두 분 덕분에. 대단한 분이죠. 배터리를 아는지는 모르겠지만 하여튼 10배 올랐죠. 에코프로, LNF, 양극재입니다.

음극으로 들어가면 우리나라는 오로지 포스코만 지금 만들고 있습니다.

우리는 포스코만 만들고 있고 주로 중국산.

그다음에 세퍼레이터는 에스케이아이티라고 하는 회사, 그다음에 더블유스코프 등이 있고, 그다음에 전해질은 중견 업체들이 있습니다.

전지 소재는 마찬가지로 한중일 삼국지인데, 사실 거의 중국산이 우위에 있고, 가장 큰 이유는 개네가 가격 경쟁력이 좋아요.

그래서 지금 우리나라 살 길은 기술밖에 없다고 보면 되겠습니다.

사실 제가 회사에 다닐 때만 하더라도 전지 소재는 무조건 일본산이었어요.

그런데 그것이 국산화가 되고 다시 지금 중국으로 넘어간 상황입니다.

여러분들이 앞으로 해야 될 일들이 더 중요하다고 볼 수 있겠습니다.

그다음에 배터리 기술개발 현황에 대해서 말씀드려보면, 결국 배터리가 앞으로 어떻게

될까요?

가장 관심 있는 것은 에너지 키우는 것, 자동차로 치면 100마일 가는 것 200마일 가고 300마일 가고 400마일 가는 것, 그 에너지를 키우는 겁니다.

또 한 가지 중요한 게 파워하고 최근에 급속충전, 그다음에 또 하나가 안 터져야죠. 터지면 큰일입니다.

그다음에 소비자들은 싸야지 사잖아요. 가격.

이게 거의 키워드고요. 그럼 하나하나씩 말씀드려 보겠습니다.

오래 쓰는 배터리, 한국말로 ‘오래 쓰는’이라는 말이 참 애매해요.

배터리에서 오래 쓴다는 것은 ‘용량이나, 수명이냐’로 구분해야 되는 것이고, 다시 얘기 하면 정확하게 얘기해야 돼요.

한국말로 ‘이 배터리 오래 가요?’ 2가지 의미가 있습니다.

한 번 충전해서 장시간 사용하냐는 건지, 아니면 충·방전을 반복해도 오랫동안 사용할 수 있는 건지.

그래서 한 번 충전하고 오래 사용하는 것은 ‘용량’으로 표현합니다. ‘Capacity’라고 해서 맥주로 치면 누가 더 용량이 커요? 애가 더 용량이 크죠?

그런 것처럼 우리가 ‘고용량 배터리’ ‘고용량 배터리’ 흐르는 것은 한 번 충전해서 오래 사용하고 싶어서, 즉 자동차의 Driving Range하고 관련돼서 하는 것이고요.

그다음에 수명, 한 번 쓰고 버릴 수는 없잖아요. 10년 이상 써야 되는, 수명은 Cycle이라고 그러니까.

그다음에 EV 배터리 기본 개발 방향은 일단 Energy Density 키우는 쪽으로 가는 거고요. 최근에는 왔다 갔다 해요.

아마 우리 신영준 CTO께서 더 자세하게 말씀해 주시겠지만, Energy Density를 키우는 게 아니라, 지금 현재 자동차가 거의 400마일까지 왔으니까 한 500~600km 이상 간다는 거죠.

한 번 충전해서 500~600km 가면 사실 소비자 입장에서는 굳이 더, 왜냐하면 가솔린이 한 500~600km 가니까.

그래서 여기에 대한 니즈는 계속 필요하지만 좀 덜하고, 그다음에는 대신에 급속충전, 가격 낮추고 하는 게 있고.

여러분들 테슬라가 떠들 때, 원통형 전지 이것은 18650이라 그래요. 18,650은 Diameter

가 18mm이고 높이가 65mm라서 18650이라고 그러는데, 참고로 우스갯소리로 배터리 하는 사람들이 제일 좋아하는 와인이 1865예요, 1865. 마트 가서 1865 한번 보세요. 칠레산 와인 있어요, 1865. 우리는 그것만 마십니다. 원통형.

그런데 테슬라가 4680을 만들어요. 4680은 Diameter가 46에 높이가 80, 보빈을 더 키우는 거예요. 이렇게 되면 에너지를 좀 더 키울 수가 있어요.

에너지는, 제 수업을 듣거나 배터리 수업 들은 사람들은 알겠지만 여러분들 헛갈리면 안 되는 게, ‘고용량 소재’ ‘고용량 배터리’ 이 말이 나오는데, 고용량은 이것을 키우는 거죠.

그런데 실제 배터리에서 중요한 것은 고용량이 아니예요. 에너지가 중요한 겁니다.

여러분들 수업시간에 자세히 들으시고 용량과 에너지는 구분을 하셔야 되는데, 실제 원하는 것은 에너지고, 에너지를 키우는 방법은 용량을 키우는 것 외에 Voltage를 올리는 방법이 있습니다.

그래서 배터리 연구 방향은 Capacity를 키우는 것하고 Voltage를 올리는 것 2가지를 기억하시면 됩니다.

그래서 이제 이렇게 드라이빙 레인지를 올리기 위해서 계속 에너지 밀도를 키우고 있습니다.

그럼 어떻게 올릴 거냐?

아까 말한 양극·음극 중에 우리가 전극 소재에 중심을 가져야 되고, 좀 어려운 내용인데 이 X축이 용량이고 Y축이 Voltage예요.

그러면 아까 말한 대로 에너지를 키우려면 어디로 가야죠?

애를 키우고 애를 키워야 되겠죠? 이쪽으로 가야 되는 거예요.

이쪽으로, 이쪽으로, 이쪽으로, 이쪽으로 가야 하는 건데, 구체적으로 나누면 배터리의 전압은 양극과 음극의 전이 철회하는 거라서, 시간 관계상 넘어가겠습니다.

양극은 전위가 올라가는 쪽 이쪽으로 가야 되고 음극은 아래쪽으로 가야 돼요.

그래서 여기 보면 음극은 이쪽 방향이 이쪽, 양극은 이쪽 방향이 이쪽, 이렇게 보시면 됩니다.

그다음에 전지 소재 자체를 바꾸는 방법, 아까 말한 그 파우더를 바꾸는 연구들이 여태까지 주로 해 왔던 연구들이예요.

고용량 리크, 신문지상에서 보면 LFP 이런 것들, 그런 파우더, 실리콘 그래파이트 이런

게 그 파우더를 연구했던 것이고, 최근에 또 한 가지 주목을 하는 게 뭐냐 하면 고두께 전극을 하는 연구들이 커져요.

무슨 얘기냐면, 여러분들 전지 내부를 보면 양극 분리막, 음극 분리막, 양극 분리막, 음극 개네들이 소위 말해서 단면을 보면 **화토창** 쌓이듯이 이렇게 올라가 있어요. 아니면 감든지.

왜 그렇게 감아야 될까요? 양극 하나, 분리막 하나, 음극 하나 쓰면 되잖아요.

왜 개네들을 이렇게 겹쳐 쌓아야 돼요?

우리 젊은 학생들 표현으로 간지나니까 그래요? 한 장 하면 너무 촌스럽고?

왜 그럴까요? 왜 이렇게 쌓을까요?

전지의 꿈은요, 양극 하나 음극 하나 슈트 하나씩 넣는 게 꿈이에요.

그런데 왜 못 하나? 두께 방향으로 이온과 전자 흐름을 균일하게 잡아줄 수가 없어요.

그래서 얇게 만드는 거예요.

그래서 전극을 성능 저하 없이 두껍게만 만들 수 있다 그러면 이것은 무지무지 좋은 소식이에요. 전지를 간단하게 만들 수가 있고, 그다음에 다시 아까 말한 알루미늄 포일, 커퍼 포일, 분리막 개네들을 줄일 수가 있어요.

그럼 거꾸로 뭐죠? 파우더를 많이 넣을 수가 있죠. 에너지로 키울 수가 있다는 얘기가 됩니다.

그래서 고두께 전극에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있습니다.

최근에는 파우더에 대한 연구 외에 극판에 대한 연구들이 또 많이 증가하고 있습니다.

이게 저희 실험실에 했던 연구고, 이렇게 만들던 전지를 이렇게 만들었어요.

여기 까망이 양극이고 노랑이 음극이라고 보면 저희가 이렇게 하나 정도짜리로 만들었고, 그걸로 전지를 만들어서 기록을 세웠다고 하는 연구고 이게 아마 조만간 발표가 될 겁니다.

그래서 저희가 에너지 밀도도 거의 기록 세웠던 것, 두께 두껍게 만들어서 이런 일을 했던 것 보여드리고 있습니다.

그다음에 또 한 가지 중요한 게, 아까 요시노 박사 얘기했는데 음극을 그래파이트, 실리콘, 그다음에 리튬 메탈 쪽으로 넘어가고 있어요. 그것 설명을 드려볼게요.

1세대 전기차는 에너지 밀도로 치면 150Wh/kg이고 이때 전기차로 치면 한 100마일 정도 가는 거예요.

이것은 음극으로 그래파이트하고 양극으로 NCM라고 하는데 시간관계상 넘어갈게요.

이것 쓰다가 지금 2세대로 오면서 양극재를 바꿔서 200마일, 3세대로 오면서 실리콘이라고 하는 물질이 들어오면서 300마일, 300마일은 한 450km 이상 갈 수 있는, 지금 현재 여러분들 최신 전기차 사면 이거예요.

그런데 나는 이것보다 더 가고 싶다는 거죠, 500마일 정도.

그러면 현재 알려진, 현재 상업화된 활물질로는 어려워요. 뭔가 다른 걸 찾아야 돼요.

그래서 다시 우리가 계산을 해 보니까 ‘리튬 메탈이 등장해야 되겠다’ 그래서 다시 과거로 회귀하고 있어요.

중간에 조금 딴 소리하면, 우리 연구하는 것을 영어로 얘기하면 뭘니까?

연구의 영어 표현이 뭐죠? Research죠, Research.

Research가 어떤 단어인가요? search를 다시 한다는 거예요.

그 말귀 한번 잘 보세요.

나중에 그런 게 들어갈 때, 우리가 새로운 것을 하는 것은 결국 과거를 다시 보고 한다는 의미가 있는 겁니다.

하여튼 그것 한번 말씀드리고, 그다음에 소위 말하는 포스트 리튬이온 배터리라고 하는 리튬 메탈 배터리, 리튬 설퍼, 리튬 에어 다 리튬 메탈을 공통적으로 음극으로 사용합니다.

그래서 지금 현재 인더스트리에서도 많은 관심을 갖고 있지만 특히 학계에서 가장 초기의 관심사는 리튬 메탈을 어떻게 쓰느냐예요.

조금 더 구체적으로 말씀드리면, 이게 전지인데 이 4가지 전지는 똑같은 에너지를 가지고 있어요. 똑같은 에너지를 가지고 있는데 오로지 차이는 높이만 다르죠.

이건 옛날에 했던 전지고, 메탈이 두꺼웠을 때. 여기 그래파이트가 되면서 이거예요, 현재 쓰고 있는 것.

이것 생각해 보시고, 실리콘이 들어오면서 높이가 줄어들었죠. 에너지는 똑같은데 높이가 줄어들었어요. 그러면 뭐가 되죠? 부피가 감소했죠.

에너지 밀도라는 것은 그 에너지를 부피나 무게로 나눈 거죠.

그럼 어떻게 돼요? 에너지 밀도가 올라가죠.

그다음에 리튬 메탈 전지라고 하는 것은 이것보다 훨씬 더 두께가 얇아져요. 그러니까 에너지 밀도가 올라갑니다.

그다음으로부터 끝판 왕이라는 게 있어요.

끝판 왕이라고 하는 것은, 리튬 메탈도 필요 없다. 왜? 리튬 소스는 양극에서 나가거든요. 그러니까 아까 보여드린 것에서 **커퍼** 집전체만 쓰자 라고 하는 게 소위 말한 무음극, Anode free입니다. 이게 마지막이에요.

아마 여러분들은 이것 연구해야 할 거예요.

이러면 무지하게 간단해져요. 음극을 만들 필요가 없어요. 커퍼 포일만 있으면 돼요.

대단한 게 됩니다. 에너지 밀도도 커지고 그런데 아까 말한 사이클이 안 나옵니다.

그것을 해결해야 되는 게 여러분들이 해결해야 될 일이에요.

어려운 이유는 Dendrite라고 하는, 우리 처마 밑에서 고드름이 자라는 것과 같은 이게 자라서 이것 때문에 어려워요.

그런데 이런 Dendrite라는 용어도 알아야 되지만 더 conceptually 여러분들이 기억해 둘 것은 그라파이트, 여태까지 상업화되고 있는 그라파이트는 여러분들 집이라 그랬죠?

여러분들 대부분이 아파트 살죠? 딱 아파트 같은 구조예요. Graphene들이 이렇게 stack 돼 있는 구조예요. Graphene이 아파트예요.

그러니까 리튬이 여러분들 아파트, 그 집은 희한하게 자기 집이 정해져 있진 않아요.

아무데나 들어가는 거예요. 공유하는 집이에요. 아무튼 자기 집에 들어간단 말이에요.

그러니까 내가 학교 갔다가 자기 집을 찾아갈 수가 있어요.

그런데 리튬 메탈은 내가 집을 떠나는 순간 내 집이 없어져요. 그러니까 내가 어딜 가야 될지 몰라요. 그러니까 어떻게 돼요? 지 멋대로 **자라는** 거예요. 그래서 Dendrite가 **자라는** 겁니다. 말도 안 되는 어려운 걸 하고 있는 거죠.

그다음에 급속충전, 급속충전에 대한 것을 보면, 왜 급속충전이 어려울까요?

여러분들 혹시 급속충전 필요해서, 요새는 많이 나아진 것 같은데 편의점에서 급속충전 해 보신 적 있나요? 그러면 웬지 내가 집에서 했을 때보다도 사용시간이 짧아.

왜 그럴까요?

정답은, 왜 급속충전이 어렵냐 하면, 이겁니다. 1, 2, 3, 호프집에 가서 맥주를 시켰는데 이렇게 오면 욱하죠? 이렇게 와야죠. 이게 급속충전이에요.

무슨 얘기냐 하면, 맥주를 따를 때 혹 따르면 어떻게 돼요? 이렇게 돼요. 맥주를 천천히 따라야 이렇게 돼요. 이해하셨나요? 똑같은 원리입니다.

그래서 급속충전을 하면서 거품 없이 이렇게 만드는 케이스래요.

그러니까 호프집에 보면 유능한 종업원은 쭉 따르는데 거의 같은 스피드로 이렇게 만드는데 사람이 있어요. 그게 급속충전 기술이에요. 그거 하시면 되는 겁니다. 아시겠죠?

그냥 그렇게만 하고 넘어갈게요. 어려운 얘기는 다 넘어가고.

이것도 한참 얘기해야 되는데, 아무튼 급속충전에 대한 니즈가 너무너무 커지고 있어요. 현재 요구조건은 내가 전체의 80%를 15분에 충전시키는 게 목표예요.

그래서 여러 가지가 진행되고 있다 라고 보시고, 그게 어려운 이유는 이렇게 보시면 돼요. 이게 음극 집인데 전액에서 내 집으로 들어가야 되잖아요. 내 집으로 들어가야 되는데, 내가 집에 들어갈 때 걸어가지 않죠. 버스 타거나 택시 타고 가죠. 택시 타고 갔다가, 이게 지금 택시예요. 내가 있고 택시가 있는데, 내가 집에 택시로 들어갈 순 없잖아요. 내가 택시에서 내려서 들어가야 되죠. 그것을 우리 전문용어로 ‘desolvation’이라고 그래요. 용매화 아니면 비용매화라고.

여기서 택시에서 내려서 여기 들어갈 때가, 이게 desolvation 됐을 때 에너지가 커요.

왜냐하면 지금 입구가 이렇게 좁기 때문에. 그러니까 음극에 들어갈 때가 문제예요.

그런데 거꾸로 이 음극에서 다시 양극으로 나올 때는 굉장히 쉬워요.

그래서 이것 들어갈 때, 그러니까 급속충전에 좀 더 아카데미한 챌린지는 음극에 들어갈 때, 내가 집에 들어갈 때가 스피드가 제일 느린 거예요.

표현이 뭐하지만 집에 들어가기 싫어하잖아요. 밖에 나가서 노는 게 좋지. 그렇게 생각해도 되겠네요.

넘어가고, 그다음에 폭발하지 않는 배터리 얘기할게요.

우리 신영준 CTO 보면 가슴 아플 얘기인데, 코나, LG화학에 들어갔고, 이게 1조 리콜. 이것도 가슴 아픈 얘기인데 이것도 1조, 그래서 그 당시에 LG화학이 한 해에만 2조 리콜 먹었어요. 아픈 사연입니다.

그다음에 안전성을 확보하기 위해서 여러 가지 기술이 있는데 그중에 제가 LG화학에 있을 때 개발했던 아까 분리막이라고 하는 것에 세라믹을 코팅한 세라믹 코팅 분리막이 있어요.

제가 전지 종사자로서 자랑스럽게 생각하는 것 중에 하나는, 저도 엔지니어로서 뭔가 사회에 기여를 해야 되는데 제가 회사에 있을 때 개발한 이 제품이 LG에너지솔루션에서 나오는 전기차동차에는 100% 들어가요.

저는 그래서 LG에너지솔루션 배터리가 들어간 전기차를 볼 때마다 ‘저기에 내가 개발

한 게 들어가 있는데’ ‘내가 개발한 게 들어가 있는데’ 생각을 합니다.

그리고 이것을 자랑스럽게 생각하는 것은, 세계 최초예요.

이것은 LG에서도 많은 얘기가 되고 있는데, 그동안 대기업은 우리가 다 카피를 했지, 한 번도 새로운 것을 한 적이 없어요.

그래서 이 얘기를 하자 그러면 한도 끝도 없는데, 새로운 것을 할 때 그 어려움이 뭐냐 하면, 카피를 할 때는 내가 확신을 갖고 해요. 있는 걸 내가 빠른 시간 내 카피만 하면 되니까.

그런데 새로운 걸 할 때는 어떤 불안감이 있냐 하면 ‘진짜 될까? 안 되는 거 하는 거 아니야?’ 하는 불안감, 그러니까 소위 말하는 빨짓을 굉장히 많이 해요.

그런데 앞으로 여러분들은 그것을 해야 돼요. 이제 더 이상 기술 안 줘요. 카피도 안 되고.

이 효과는, 똑같은 양극 음극을 쓰고 분리막만 바꿨을 때 이렇게 다 터져나가던 게 안 터져 나갔어요.

그 당시에 내가 생생하게 기억하는데, 고객을 만났을 때 국부적으로 누르는 것 이것을 ‘로컬 크러쉬’라고 그래요. “이거 통과하는 전지 있으면 내가 무조건 다 사줄게.” 하는 고객이 있었어요. 이것 말도 안 된다고 그랬어요.

이것은 이론상 말이 안 되는 게, 이렇게 눌러대면 분리막이 찢겨지고 양극과 음극이 닿기 때문에 그 당시 상상으로서는 이것은 무조건 터지는 존재예요. 양극과 음극이 닿으면 무조건 터지기 때문에.

그래서 그 외국 고객이 “이거 하면 내가 다 사줄게.” 그랬어요. 손에 장을 지진다 식이었죠. 말도 안 되는 거죠.

그런데 이걸 우리가 보여줬어요. “이것 어떻게 된 거냐?”고 진짜 속된 말로 뒤집어지더라고요.

지금은 너무나 당연한 얘기지만 그 당시는 세라믹 코팅이란 컨셉이 없었기 때문에.

그래서 우리가 이것을 넣을 수 있었고, 그다음에 전고체 배터리 얘기하겠습니다.

전고체 배터리는 세이프티 때문에 나온 거고, 종류는 산화물계, 섀파이드계, 고분자계가 있습니다.

이런 건 학교에서 잘 배우면 되고, 그런데 여러 가지 아직도 해결해야 할 이슈들이 많아요.

많아서 제가 여기서 말씀드리는 건, 전고체 전지의 장점 많습니다.

전고체 전지 장점 많고, 앞으로 해야 될 전지고 미래 전지라는 것은 이견이 없는데, 우리가 여기서 여러분들한테 제가 이것을 보여드린 이유는 꿈만 갖지 말고 현실을 인식하시고 앞으로 이 문제를 해결하라는 차원에서 제가 보여드리는 거예요.

여러분들이 고객인데 리튬이온 배터리 쓰고 있다가 내가 전고체 전지를 개발했어요.

여러분한테 딱 들고 갔어요. 뭐부터 물어봐요? ‘내가 지금 쓰는 것하고 전지 성능 똑같아요? 아니면 더 좋아요?’ 물어보죠. 현재 열등합니다.

그다음에 전지 제조사 입장에서 보면 내가 지금 열심히 쓰고 있는 전극소재들을 그대로 사용해야 될 것 아니에요. 그런데 전고체 전지는 전극소재를 바꿔야 돼요. 비용이 올라간다는 거죠.

가격? kWh당 지금 100불 향해서 내려가고 있는데 가격 산정도 못할 정도로 어마어마합니다.

벌써 이상하죠?

그다음에 ‘정말 안전해?’ 아무도 대답 못 하고 있습니다.

성냥 원료가 뭐죠? 황이죠. 전고체 전지의 대표적인 게 셀파이드인데 거기 주요성분이 황이에요.

뭔가 좀 이상하지 않아요?

그다음에 황은 물 만나면 황화수소가 나와요. 황화수소는 우리 화공 학생들은 알겠지만 독가스예요. ppm 단위로 맞아도 그냥 죽어요. 그러니까 전지가 터져서 사람이 죽는 게 아니라 독가스 먹고 죽을 수가 있어요.

여러분들 아셔야 돼요. 전고체 전지가 안전하냐? 퀘스천이예요.

이게 사지 말라는 게 아니라 이것 알고 개발하라는 얘기에요. 장점이 있기 때문에.

그래서 신문기사에서 전고체 전지 관련된 많은 논문이 나오지만 여전히 상용화는 거리가 있다. 알고 개발해야 된다는 겁니다. 알고.

그다음에 수계 전지, 아연 전지 질문이 있어서 준비해 봤는데, 아연 전지에 대해서 주목하는 이유는, 일단 물을 써요. 전액을 물을 쓰기 때문에 안전할 거다.

그다음에 아연 전지가 원래 출발은 징크 망간 그래 갖고 건전지 원료였죠. 개가 한 10년 전에 2차전지가 되기 시작했어요. 그러면서 다시 주목을 받는 것이고, 넘어갈게요.

그런데 여러 가지 얘기가 있는데 아연전지에 주목하는 가장 큰 현실적인 이유는 ‘안

터져' 그것도 있지만, 금속 수급 문제 때문에 그래요.

리튬이 희귀해지고, 리크, 코발트 이런 것들이 금속이 희귀해지면서 거기서 자유로워지고 싶어서 아연전지가 주목받는 게 사실 가장 큰 이유입니다.

그다음에 아연전지와 관련해서 최근에 굉장히 논문들이 많이 나오고 있습니다.

여러분들이 아마 저희 때 되면 아연전지에 대한 니즈가 굉장히 커질 거예요.

주요 응용 분야는 애는 에너지 밀도가 낮아서 전기차 이런 데 못 쓰이고 ESS 이런 쪽으로 많이 쓰일 수가 있습니다.

저희가 최근에 했던 것 중에 뭐냐 하면, 전액 2가지 종류를 쓰는데, 우리가 아세트나이트릴하고 물을 섞으면 서로 섞이거든요. 그런데 여기다가 염을 어떻게 장난을 치면 안 섞이게 만들 수가 있어요.

그다음에 또 원래 DE라고 하는 Dimethyl Ether라는 것하고 물하고도 안 섞여요.

그런데 여기다 염을 집어넣으면 더 섞이게 만들 수 있어요.

이런 전액에 케미스트리를 장난쳐 갖고 이것을 이용해서 우리가 아연전지용 전해질을 만들었어요.

재미있죠?

동영상 한번 클릭할 수 있나요?

위에 것 한번 클릭하면, 여기 보시면 섞였던 게 안 섞이고, 이 밑에 것 한번 해 보시죠. 애는 섞여요. 이것 보여드린 겁니다. 이런 것도 할 수가 있고요.

그다음에 성능 잘 나왔다는 것 보여주고, 그다음에 한 2~3분 정도만 전기차 외에, 전기차 또 곧 이어서 더 자세히 말씀해 주실 테니까. 여러분들이 성인이 됐을 때 또 어떤 일이 벌어질까에 대해서 잠깐 미래에 대해서 설명하고 마치도록 하겠습니다.

제가 주목했던 토픽이 다형상 유연 전지인데, 결국 지금은 전기차인데 그다음도 우리가 한번 생각해 봐야 되겠죠. 물론 전기차 커지겠지만.

뭘까?

저는 웨어러블이나 아까 말한 그런 다형상과 관련된 것이 필요한 거죠.

누구죠? 아이언맨이죠.

아이언맨을 보여주는 이유는, 아이언맨이 작동하기 위해서는 수많은 웨어러블들이 필요하다는 것이고, 다시 한 번 얘기하면 애네들이 배터리가 필요하다는 얘기입니다.

지금 우리가 얘기했던 게 휴대폰, 전기차, ESS지만, 에너지 관점으로 보면 이쪽이에요.

그런데 아래쪽, 에너지가 작은 쪽으로 보게 됐을 때도 굉장히 많은 응용범위들이 있습니다. 소위 말하는 스마트가드, IoT, MEMS 등등이 있습니다.

이쪽의 전원이 필요하고, 결국 이러한 새로운 미래를 생각해 봤을 때 디자인적으로 기존에 알려진 원통형, 각형, 코인 셀로는 적용이 어렵다는 것을 볼 수 있고, 뭔가 다른 것을 생각해야 되겠다 해서 저희 실험실에서 했던 것을 간단하게 보여드리고 마치도록 하겠습니다.

저희가 종이 배터리를 만들어요. 종이로 배터리를 만듭니다.

종이니까 종이 접기가 되죠? 그래서 종이학 배터리를 만들었던 겁니다.

이렇게 만들었고, 그다음에 여러분들 집에서 잉크젯 프린터로 출력하죠?

제가 그래서 우리 학생한테 “잉크젯 프린트하고 A4 용지로 배터리를 만들어봐.” 그랬더니 만들었어요. 보여드릴게요.

이게 MIT에서 하이라이트 해 줬던 건데 자세한 것은 넘어가고, 잉크젯에다가 쪽쪽쪽쪽 출력하면 이게 배터리에요.

배터리가 나오고, 지금 불 켜지죠? 불 켜지고, 대한민국 지도 그리고 불이 막 켜져요. 그다음에 이렇게 멋있게 출력한 다음에 이것 가위로 잘라서 이렇게 붙이면 되게 예쁜 컵이죠. 그다음에 LED 붙이고, 여기 동영상 한번 클릭해 보시면 예쁜 컵인데, 찬물을 부으면 파란불이 켜지고, 그다음 뜨거운 물을 부으면 빨간 불이 켜집니다.

배터리가 어디 있죠? 배터리 없어요. 예쁜 문양이 배터리 역할을 하는 겁니다. 이게 IoT죠.

이렇게 되면 어떻게 돼요? 여러분들이 이 컵, 앉아서 핸드폰에서 바로 이 컵의 온도를 알 수가 있는 거예요. 시그널로 보낼 수 있어서.

이런 시대가 올 수 있다는 거죠.

그다음에 이것 한번 클릭해 보면 이번에는 입는 배터리, 티셔츠 배터리.

이것 개발한 우리 학생이 자기가 입고 걸어갑니다. LED 켜져 있다는 것 보여주고, 뛰고, 땀났으니까 빨아요. 워셔블입니다. LED 살아있죠? 짜고, 다리미질합니다. 140도 확인하고, 살아 있죠.

여러분들 옷에 이런 배터리가 바로 들어갈 수 있는 것도 할 수 있습니다.

그다음에 스마트 렌즈라는 것 들어보셨죠?

스마트 렌즈가 저와 같이 공동 했던 교수님이 애에 불을 켜고 싶대요, LED를. 스마트

렌즈에서 불이 나오게. 전자제품을 하고 싶었던 거죠. 그러니까 배터리를 넣어 달래요.

“어떻게 넣어줘요?” 그랬더니 여기 공간이 있으니까 여기다 넣어 달래요. 그래서 배터리를 넣어줬습니다.

그래서 만든 게, 여기 줄로 돼 있는 게 저희가 넣어준 배터리예요. 그래서 마네킹에 넣어서 불 켜지는 것 보여줬고, 여기서만 멈추는 게 아니라 개발했던 대학원생 눈에 넣어서 SF 영화처럼, 인체 다 했대요. 그쪽 방 학생이지, 저희 실험실 학생 아니에요. 저는 차마 못 합니다. 못 하는데, 했대요.

그다음에 이게 충전이 돼야 되잖아요. 그래서 충전을 무선충전을 합니다.

한번 클릭해 보세요.

이것 잘 보세요. 불 켜지죠? 무선충전까지 해서 될 수 있는 것 이런 것도 보였고.

그다음에 저희가 했던 게 뭐냐 하면, 이게 신문기사가 나왔던 건데 이게 우리가 만든 정확히 말한 Super Capacity인데, 세계에서 제일 작은 Super Capacity 요만한 것 만들었고, 그래서 보면 동전 크기보다 작는데 저희 Super Capacity가 36개가 들어가 있어요.

이게 세계 기록 세웠던 거예요.

이렇게 되면 전자제품에 칩 형태로 집어넣을 수가 있어요.

그래서 이게 10대 나노기술 선정됐던 거였고, 그다음에 우리 인체 중에 제일 복잡한 게 귀예요.

그래서 귀에 보청기 보면 이 배터리도 추천하고 그래서 우리가 귀 모양 배터리를 만들었어요. 그래서 이걸로 작동하는 것도 저희가 했고.

그다음에 마지막으로 뭘 했냐면 ‘트랜스포머 배터리’라고 해서, 지금 손가락처럼 생긴 게 이게 배터리인데 온도를 올리면 애가 자기 스스로 글로브처럼 돼요.

그래서 온도 올려서 학 날개 접듯이 하는 것도 했고, 이걸 왜 했냐면, 애가 빛을 쬐주면 기어가요. 기어가는 배터리예요. 빛을 쬐주면 걸어가요. 이게 배터리예요. 아무 짓도 안 했어요. 빛만 쬐 주면 기어가요.

이것은 액정 고분자하고 합쳐서 이런 일을 한 거죠. 이렇게 되면 배터리 자체가 로봇처럼 기어가서 전원을 줄 수 있다는 것을 보여주는 겁니다.

이제 끝으로 마치겠는데, 우리가 배터리 분야에서 승자가 되기 위해서는 어떻게 준비를 해야 될까요?

이것은 꼭 배터리 분야가 아니라 여러분들이 타 분야에 종사해도 생각했으면 좋겠다

라는 건데, 일단 앞으로는 기술적으로 무조건 차별화가 돼야 돼요. 무조건.

우리 연예계 경연 프로그램 보면 노래를 잘하고 그랬을 때 ‘독창성이 있다, 없다’ 그런 얘기하잖아요. 무조건 독창성.

그다음에 뭔가 우수해야 돼요. 확실하게, 뭔가 하나는 확실하게 탁월성이 있어야 돼요. 성능, 에너지가 2배, 3배 높은, 급속충전이 1분 안에 되든 이런 게 있어야 돼요. 그다음에 돈 되게 돼야 돼요.

우리 예술 하는 것 아니거든요. 우리 비즈니스 하는 거거든요.

그러면 뭐가 되죠?

이 3가지 키워드를 하게 되면 사용할 수 있는 게 나와요. 그렇죠? 사용할 수 있는 것. 아시겠죠?

그래서 이것을 생각해 주셨으면 좋겠고, 이건 신문기사인데 여기 보면 여러분들 지금 알고 있는 유명한 회사들, 도요타, BMW 애네들이 과거에 무슨 회사였냐면 도요타는 방직기 회사, BMW는 항공기 엔진 회사였어요.

뭐냐 하면, 그 당시에 우리가 자동차가 나올 때 뭐가 유명했죠? 마차가 유명했죠.

그다음에 전구가 나오기 전에는 등불이 유명했죠.

그 인더스트리가 그 당시는 지금의 큰 대기업과 마찬가지로였다는 거죠.

그게 전혀 새롭게 한 번도 등장하지 않던 방직기 만들던 회사하고 항공기 엔진 만들던 회사들이 그 시장을 먹었다 라는 거예요.

여러분들이 어른이 됐을 때, 성인으로 나왔을 때는 전혀 다른 업체, 테슬라라고 하는 듣도 보도 못 한 회사들, 그 시대가 앞으로 전혀 새로운 테크놀로지에 의해서 완전히 바뀐다 라는 거죠.

그것을 생각해 주시고, 끝으로 이 사진은 누구죠? 스티브 잡스죠.

스티브 잡스를 보여드린 이유는 뭐냐 하면, 스티브 잡스가 스마트폰을 만들 때 스마트폰이 이 세상에 있었나요?

스티브 잡스가 한 게 뭐죠? 스마트폰을 잘 만든 건가요?

스티브 잡스는 스마트폰을 처음 고객에게 알려줬어요.

뭐냐 하면, 여러분들이 회사를 들어가게 되면 늘 배우는 얘기가 ‘모든 정답은 고객에게 있다. 고객의 목소리를 들어라.’라고 저도 세뇌를 할 정도로 배웠는데, 맞는 얘기에요.

하지만 미래에 1등이 되기 위해서는 고객이 얘기한 것을 맞춰주는 정도에서는 안 된다

는 거예요. 뭐냐 하면, 고객이 모르는 것을 갖다 줘야 되는 거예요. 이런 것처럼.

이 당시 있을 때, LG 스마트폰은 지금 다 철수했죠.

우리 젊은 학생들 LG폰 안 썼죠?

그래서 망했는데, 그 망한 이유가 물어보면 ‘LG폰 구리다.’ 그랬는데, 그 당시만 하더라도 LG폰 1등이었고 삼성보다 더 좋았어요. LG가 망했던 이유는 이것 안 될 거라고 스마트폰을 안 했기 때문이에요. 그런데 세상을 바꿨잖아요.

무슨 얘기냐 하면 여러분들은 앞으로 고객의 니즈를 듣고 하는 게 아니라, 고객이 깜짝 놀라는 것을 알려줘야 된다는 거죠. 그게 기술개발을 해야 될 사람들의 몫인 거예요.

아시겠죠?

그래서 고객이 깜짝 놀랄, 그래서 제가 고객을 가르쳤다고 그러지만, 고객의 니즈를 만족시키는 게 아니라 고객도 모르는 것을 여러분들이 만들어서 제시하라는 것을 말씀드리고, 끝으로 저희 연세대학교는 2차전지 계약학과를, 이 뒤에 말씀하실 우리 신영준 CTO가 잘 도와줘서 LG에너지솔루션과 함께 계약학과를 만들었습니다.

여러분들, 2차전지에 관심 있으시면 연세대학교에 와주시는데, 일반 대학원도 있지만 계약학과 있다 라는 것, 이쪽으로 와주시면 좋겠고, 그다음에 저희가 그 외에도 다양한 기업들과 열심히 일을 하고 있으니까 각자 대학의 대학원도 가시지만 우리 계약학과 쪽으로 와주시면 감사하겠다고 말씀드리고 제 발표를 마치도록 하겠습니다.

감사합니다.

(박수)

○ 사회 김서현

다시 한 번 강연을 진행해 주신 이상영 교수님께 큰 박수 부탁드립니다.

(박수)

강연을 통해 2차전지에 대한 명확하고 유쾌한 방식으로 소재가 어떤 컨셉인지 발전과정, 그리고 현황까지 말씀해 주셨는데요. 특히 학생 입장에서 앞으로의 진행방향에 대해서 어떤 인사이트를 갖고 연구하면 도움이 될지 잘 짚어주신 것 같아서 저도 흥미롭게 들었습니다.

알랐던 강의내용만큼 여러분의 질문도 많으실 것이라고 생각되는데, 현재 피존홀에서

많은 분들이 작성해 주신 것과 같이 질문 받고 있고, 또 궁금하신 질문이 있다면 우선 순위 순서대로 질문을 드릴 예정이라서 참고하셔서 질문에 ‘좋아요’를 눌러주시거나 혹은 질문을 추가적으로 올려주시면 감사하겠습니다.

그럼 지금부터 질의응답을 진행해 보겠습니다.

별표 달아주신 것 같아서 제가 11표 받은 질문을 대신 전달 드리겠습니다.

첫 번째 질문은 ‘하이매스한 구조로 배터리가 개발되고 있는 상황에서 두께가 두꺼워지면 발열 문제가 더 발생하는 문제가 없는지 궁금합니다. 또한 구리포일은 매스한 두께에 문제 발생하지 않는지 궁금합니다.’라고 질문 주셨습니다.

○ 연사 이상영

배터리에 대해서 좀 아시는 분이 질문하신 것 같은데, 두꺼운 전극을 만들었을 경우에, 제가 아까 시간관계상 간단하게 넘어갔지만 결국 배터리는요, ‘성능 좋은 배터리는 어떻게 만들면 됩니까?’ 한마디로 얘기하면 배터리는 전자와 이온의 흐름이에요. 그러니까 전자하고 이온만 잘 돌아가게 만들면 배터리는 잘 돌아갑니다.

전극이 두꺼워지게 되면 전자와 이온의 흐름이 원활하지가 않아요. 왜냐하면 전자는 커퍼 포일이나 알루미늄 포일 밑에서부터 올라가요. 그다음에 이온은 위에서부터 내려와요. 그러니까 두꺼워지면 두꺼워질수록 아무래도 길이가 길어지니까 떨어지겠죠. 그래서 성능이 잘 안 나와서 그게 챌린징한 것이고, 지금 여기 질문한 것에는 두께가 두꺼워졌을 때 발열 문제라고 하는 것도 사실은 전자하고 이온이 원활하게만 돌아가면 두께가 두꺼워져도, 왜냐하면 유니폼하게 모든 반응이 일어나니까 열이 안 나요.

우리 사람도 똑같죠.

사람도 열나고 아프다 라는 것은 뭐가 좀 안 돌아가기 때문이거든요. 그런 문제이기 때문에, 저 문제 있어요. 그러니까 저것도 해결을 해야 되는 거예요.

저것도 해결해야 되는 것이고, 그다음에 커퍼 포일 같은 경우에는 전극이 두꺼워졌다고 해서 커퍼 포일을 두껍게 쓴다? 이것은 말도 안 되는 거예요. 지금 하는 얘기는 커퍼 포일은 얇은 상태에서 액티브한 활물질만 많이 올리겠다는 얘기인 것이지.

그러니까 사실 얇은 커퍼 포일이 전극이 두꺼워지게 되면 기기적 강도나 이런 물리적 특성이 더 올라가야 돼요. 같이 개발이 돼 줘야 되는 측면이 있겠죠.

좋은 질문이었네요.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

이어서 다음 질문으로 넘어가보겠습니다.

현재 제일 높은 YEHS 남채영 님, 손들어주실 수 있을까요?

마이크 전달 드리겠습니다.

○ 청중 남채영

안녕하세요. 저는 YEHS 소속 연세대학교 화공생명공학과 남채영입니다.

강연 너무 잘 들었고요.

요즘 웨어러블 기기와 폴더블 기기가 유행으로 번지고 있는데, 이때 사용되는 배터리가 여러 용도에 따라서 휘어진 정도와 횟수가 매번 달라질 수 있는데, 이와 관련해서 배터리 성능이나 내구성에는 또 다른 영향이 없는, 그리고 이를 고려한 배터리 기술이 따로 있는지에 대해 여쭙보고 싶습니다.

○ 연사 이상영

예, 맞아요. 저게 이슈예요.

저게 이슈고, 제가 시간이 없어서 동영상만 보여주고 말았지만 사실 지금 말한 대로, 저는 어차피 예를 보여줘야 되니까 종이학을 접었다 구부러졌다 별 짓을 다 했지만, 용도에 따라서는 굳이 그렇게 갈 필요가 없거든요.

용도에 따라서는 이 정도만 돼도 충분한 것, 그렇지? 각각의 상황에 따라 달라요.

그래서 사실 휘어진 정도, 횟수 이게 심해지면 심해질수록 상식적이지만 배터리 성능은 나빠져요.

그것을 극복하는 기술을 해야 되는 것이고, 그런데 조금 더 쉬운 측면으로 보면 이것을 실제 고객은 이 정도만 구부러지면 된다 그러면 거기에 맞게끔 성능을 맞춰주면 되는 겁니다.

물론 궁극적으로는, 여러분들 웨어러블에 관심이 있는 것 같은데 웨어러블의 구부러지는 정도가 밴딩이 이렇게 되는 거고, 구부러지는 것의 끝판왕은 폴딩이에요. 접어버리는 것.

그래서 밴딩을 얘기할 때 휘어짐 정도라고 그랬는데, 이것을 정량적으로 표현하는 방법이 있습니다. *Radius of bending*이라고 해서 이렇게 되면 여기에 원을 그리게 되면 이 R

값이 나오죠? 이렇게 됐을 경우에 R은 커지죠. 그런데 이게 폴딩이 되면 R값이 줄어들죠. 그렇죠?

그래서 휘어진 정도를 나타내는 게 RB라고 해서 학계나 인더스트리에서는 Radius of bending이라고 표현을 합니다.

그래서 지금 말한 대로 반비례하기 때문에 그것을 극복해야 되고요.

그다음에 제가 아까 보여드린 예들이 저런 것을 극복한 예들이에요.

쉽게 얘기하면, 소재 측면에서 보면 아까 우리가 전극에 도전재로서 카본블랙 파우더를 쓰거든요. 파우더를 쓰는데, 그것을 CNT로 바꾼 거예요.

CNT로 바꾸게 되면 구부러졌을 때 파우더들이 떨어져 나가는 게 CNT가 머리카락처럼 붙잡아주기 때문에 떨어져 나가는 것을 억제할 수가 있어요.

그래서 사실 지금 몇 년 전부터 2차전지의 전극 쪽에 CNT를 넣고 있어요.

몇 년 전부터 넣고 있는데, 사실 저희 실험실은 그 옛날부터 전극에 넣었어요.

성능을 올려서가 아니라, 지금 말한 대로 구부러지면서도 성능이 유지되기 위해서 이런 것들 넣고 있고 전지 소재들이 다 바뀌게 됩니다.

그중에 하나가 저희가 중간에 보여줬던 종이, 여러분들, 종이만큼 구부러지는 게 있나요? 최고죠, 종이.

그래서 종이에 관심을 가졌던 이유는 구부러질 수 있었기 때문에, 그래서 종이 기반으로 배터리를 만들었던 겁니다.

그래서 소재들이 그렇게 다 바뀌어야 됩니다.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

이어서 다음 질문 넘어가겠습니다.

YEHS 이준희 님.

○ 청중 이준희

안녕하십니까. YEHS에 이준희입니다.

강연 정말 잘 들었습니다. 감사합니다.

오늘 얘기해 주신 것 같은 경우에 배터리가 어떻게 발전해 왔고, 또 배터리의 효율성을 높이기 위해서에 대한 내용을 주로 말씀해 주셨는데, 저 같은 경우에 배터리가 활용되

고 난 후에 폐배터리가 되었을 때 이후를 개인적으로는 관심을 가지고 있습니다.

그런데 그런 것에 대해서 지금 제가 봤을 때 사회적으로 드러난 것으로는 이런 것을 전문적으로 처리하는 업체라든가 이게 적어도 한국에서는 잘 안 보이는 것 같고, 그런데 문제는 제가 봤을 때 엄청난 큰 이슈인 문제인 것 같은데 이게 연구단에서는 또 어떻게 연구가 진행되고 있는지, 또 마지막에 원래 리튬 이런 것, 흔히 우리가 아는 매뉴팩처링 방식의 그런 배터리가 아니라 웨어러블에 사용될 수 있는 또 다른 방식의 배터리를 소개해 주는 이런 것들도 나중에 폐배터리가 되었을 때 처리할 수 있는 연구도 진행되고 있는 게 혹시 있을까 해서 여쭙습니다.

○ 연사 이상영

계속 다 좋은 질문들이 많이 나오네요.

시간관계상 제가 폐배터리 얘기는 못 했고 신영준 CTO가 얘기해 주면 좋겠는데, 리사이클링, 굉장히 중요한 산업이고 앞으로 굉장히 커질 겁니다.

앞으로 굉장히 커질 거고, 사용된 배터리를 다시 사용하는 측면에서, 리사이클링 측면에서 2가지가 있어요.

아마 신영준 CTO가 얘기하실 수 있을 텐데, 지금 얘기한 것은 폐배터리를 가져다가, 그러니까 사용된 배터리를 가져다가 완전히 다 분해시켜서 다시 리튬 꺼내고 커퍼 꺼내고 알루미늄 꺼내고, 그러니까 소위 말해서 용광로에 때려 넣어서 다시 추출하는 방법이 여러분들이 알고 있는 걸 텐데, 또 한 가지가 뭐냐 하면 Reuse가 있어요.

여러분들 그런 것 있잖아요. 옛날에 우리가 돈 없을 때는 그랬는데, 장난감에 건전지 쓰다가 장난감이 안 돌아가면 그 배터리를 버리는 게 아니라 리모컨으로 쓰면 돌아가거든요. 우리 집만 가난했나.

무슨 얘기냐 하면, 전기차 배터리에 쓰던 거가 전기차가 수명이 다 돼서 끝나잖아요. 그럼 개가 바로 용광로로 들어가는 게 아니라 아까 말한 ESS로 넘어가요. ESS는 전기차보다 성능이 그렇게 요구를 안 해요. 거기 들어가면 또 몇 년 이상 충분히 쓸 수가 있어요. 그래서 거기까지 끝내고 용광로에 들어가는 게 되는 거죠.

그래서 리사이클링이라고 하는 개념은 크게 바로 들어가는 것과 Reuse가 있는 거고, 그 기술에 대해서는 사실 현재까지 기술적으로 보면 거의 개발된 게 없어요. 왜냐하면 아직 나오는 게 없기 때문에.

그런데 앞으로는 굉장히 주목을 받을 거고, 또 한 가지가 있습니다.

사실 여러분들 입장에서 보면 지금 현재, 나중에 전기차가 굉장히 많이 나와서 개네들이 용광로에 들어가는 순간이 오겠죠. 그런데 지금도 리사이클링이 꽤 돼요.

꽤 되는데, 지금도 리사이클링이 될 때 그럼 여러분들이 궁금할 것 아니에요. ‘어? 전기차가 아직 몇 대 돌지도 않았는데 그 배터리를 어디서 구하길래 용광로에 집어넣지? 아직 멀쩡히 돌고 있잖아.’ 이렇게 생각할 수 있잖아요.

지금 리사이클링하고 있는 건 뭐냐 하면, 아까 말한 전지 소재 업체들이 만들 때, 또 전지 업체들이 만들 때 스크랩이라고 하는 게 나오겠죠. 소위 말해서 완제품이 아니라, 여러분들 예를 들어서 옷감을 놓고 옷을 만든다고 그러면 옷 만들려면 찌꺼기들 남잖아요. 그 찌꺼기들이 많이 남아요. 그 찌꺼기들을 가져다가 다시 재활용을 해서 키워요.

현재 리사이클링은 그거예요. 그것은 손 쉽죠. 그것은 그냥 용광로 잠깐 들어가면 됩니다. 왜냐하면 다시 원판 만들어줄 때만 써주면 되는 거니까.

현재 그거고, 그래서 리사이클링 기술은 여러분들 주목을 가질 만합니다. 그것은 이견이 없습니다.

그다음에 또 한 가지는 아직까지 제대로 기술이 없다 라고 보시면 되겠습니다.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

이어서 다음 질문으로 넘어가 보겠습니다.

엄세원 님 혹시 어디 계신지 손 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 엄세원

교수님, 안녕하세요.

저 이효춘 교수 연구실에서 액체전해질 연구 중인 엄세원 학생인데요.

제가 궁금한 점이 요즘 세이프티 이슈 때문에 전고체 전지 연구가 되게 활발하게 진행이 되고 있는데, 사실 이 전고체 전지로도 이 세이프티 이슈를 해결하기가 부족하다 라는 사실이 많은데요. 혹시 이 점에 있어서 이 액체 전해질의 연구가 어떠한 방향으로 진행되어야 하는지 교수님의 의견이 궁금합니다.

○ 연사 이상영

이효춘 교수님한테 잘 배웠나 보네요.

이 전고체 전지 중요한 파트가 아까 말한 대로 전고체 전지가 세이프티로 출발한 게 맞고, 그다음에 전고체 전지 자체에 대한 장점도 있고, 그 얘기만 해도 한도 끝도 없는 데 아무튼 질문은 ‘액체 전해질은 그럼 세이프티 확보가 안 되냐?’ 됩니다.

결론부터 얘기하면 되고요. 참고로, 기술 전쟁이 벌어졌을 때 전고체 전지를 드라이빙을 걸었던 나라는 일본이에요. 일본의 도요타를 중심으로.

그다음에 액체 전해질을 가지고 세이프티를 잡겠다고 한 나라는 중국이에요.

우리 학생도 그래서 질문한 것 같은데, 소비자 입장에서 보면 나는 안 터지는 배터리를 원하지, 굳이 거기에 고체가 들어갈 필요가 뭐가 있을까라고 생각하는 사람이 있어요.

중국 업체들이 주로 그랬어요. ‘뭐가 됐든 간에 안 터지면 되는 거 아니야?’ 그래서 액체 전해질 가지고 많이 연구를 했습니다. 그중에 하나가 Non-flammable Electrolyte, 전해질을 불을 안 붙게 만들 수가 있어요.

대신에 이 세상은 항상 좋은 게 있으면 나쁜 게 있죠.

Non-flammable이 되면 성능이 좀 떨어져요.

그런 것 극복하는 방법도 있고, 그다음에 여기 대학원생들도 있는 것 같은데 최근에 주목받고 있는 것 중에 하나가 Concentrated Electrolyte라고 해서 염을 왕창 집어넣는 연구들이 있어요. 염을 왕창 집어넣게 되면 불 붙여보면 불이 안 붙어요.

그런 연구들도 돼 있고, 그래서 지금 기술이, 세이프티를 잡는데 전고체만이 답이다? 아니고요. 그것과 관련된 경쟁기술이 같이 발전을 하고 있습니다.

그다음에 모든 기술들은 장점과 단점이 확실하기 때문에 누가 그 단점을 빨리 어드레스하느냐가 관건이라고 보시면 되겠습니다.

궁극적으로는 전고체 전지가 세이프티 측면에서 유리할 것 같아요. 원리적으로는.

하지만 그것을 셀로 실제 구현하는 측면에서 너무나 많은 챌린지가 있기 때문에 그 셀 제조 측면에서도 우리가 고려를 해 봐야 되겠고, 그런 측면에서는 액체 전해질은 이미 여러분들이 사용하는 배터리 라인이 깔려 있어요. 거기에 소재만 바꾸면 되는 거죠.

그런 측면에서는 commercially feasible할 수가 있다 라는 겁니다.

그런 측면에서 유리하고, 그래서 정답이 없어요. 경쟁하고 있는 거고, 우리 2차전지계에 굉장히 악동 같은 분이 한 분 계신데, 대학원생들은 들어봤겠지만 캐나다에 제프단이라고 하는 분이 있어요.

제프단이라고 하는 그 교수는 대놓고 전고체 전지 욕합니다.

그 아저씨는 대놓고 “이런 사기꾼 같은 기술을 하냐?” 하면서 욕을 해요. 그런 사람도 있는 거예요.

그 사람이 틀릴 수도 있지만 말을 좀 심하게 하는 사람인데, 그 사람은 그래서 액체 전해질만 열심히 하죠.

그래서 뭐가 옳다 라고 보기보다는 각각의 기술들이 있고, 제 판단에는 전고체 전지 해야 된다고 봐요.

전고체 전지를 해야 되는 이유는, 이건 제 사건인데 저 개인적인 생각으로는 현재 보고 되고 있는 전고체 전지 기술로는 상업화 안 됩니다.

아마 신영준 CTO가 어느 정도 뉘앙스로 얘기할지 몰라도 저 사람은 나보다 더 심하게 얘기하는 사람이니까, 내 사건이지만 안 됩니다.

대신에 전고체 전지를 해야 되는 이유는 뭐냐 하면, 개가 지향하는 목적은 맞아요.

그래서 그 목적을 보고 현재 어프로치는 promising하지 않지만 여러분들이 좋은 아이디어를 가지고 해 주시면 달성할 수 있을 거라고 믿어요.

그래서 전고체 전지는 해야 됩니다. 말이 좀 어폐가 있지만, 현재는 안 될 것 같지만 해야 된다고 제가 접근드릴 수 있겠고, 액체 전해질도 경쟁이 될 수 있는 기술이라고 말씀드릴 수 있겠습니다.

○ 사회 김서현

의견 말씀해 주셔서 감사합니다.

이어서 강동운 님, 질문해 주실 수 있을까요?

○ 청중 강동운

교수님, 안녕하세요.

리더십포럼에 교수님을 초청하고 이렇게 말씀 듣게 돼서 영광입니다.

저는 DGIST **이용림** 교수님 연구실의 강동운 학생이고, 리튬배터리를 연구하고 있습니다.

High Energy Density 배터리를 위해서 Anode free 연구가 네 번째 세대로 연구가 되어야 된다고 말씀을 주셨지만, 리튬배터리 연구하는 제 입장에서는 커퍼 포일 대신에 리튬 포일 자체를 사용하면 Density가 더 낮고 결과적으로 Energy Density를 높일 수 있는 효과가 있지 않나 라고 생각을 하는데, 그 부분에서 어떤 장단점이 있을지 여쭙보고 싶

습니다.

○ 연사 이상영

리튬 포일을 쓰면 되죠.

말은 맞죠. 말은 맞는데, 커퍼 포일을 쓰는 것은 커퍼 포일 있는 위에, 커퍼 포일이 있으면 양극에서 리튬이 오기 때문에 커퍼 포일 위로 쌓이기 시작하는 거예요.

그런데 리튬 포일을 쓰게 되면 리튬 포일은 원리상은 커퍼 포일과 똑같은 두께를 유지해야 되겠지만 실질적으로는 애가 소모되는 리튬을 보완을 해 줘요. 커퍼 포일은 더 이상 없어요.

그러니까 리튬 포일과 커퍼 포일 가지고 전지를 만들면, 똑같은 두께로 만들면 초기 에너지 밀도는 동일하지만 사이클이 리튬 메탈 포일을 쓰게 되면 사이클이 굉장히 좋아요.

커퍼 포일은 사이클이 안 나와요. 몇 사이클도 다 죽어요.

그것은 왜 그러냐면 리튬 포일은 예비군이 있잖아요. 예비군이 있으니까 넣어준단 말이에요.

그런데 이 예비군은 돌아오지 않는 예비군이에요. 가면 죽어. 그러니까 계속 두께가 줄어들어. 한참 돌다 보면 없어. 그럼 집전체가 없어요. 그럼 전지가 어떻게 돌아가.

그래서 리튬 포일은 같은 두께로 썼을 경우에 사이클은 개선이 될 수 있지만 궁극적으로는 어렵다 라는 게 되고, 그다음에 커퍼 포일을 써야 되는 이유 중에 하나는 뭐냐 하면, 리튬 포일 가지고 전지 잘못 만들면 만들다가 폭발해요, 까딱 잘못하면. 물론 잘 하겠지만.

커퍼 포일은 절대 폭발하지 않죠. 그래서 생산적인 측면에서도 커퍼 포일이 좋아요.

하지만 결정적인 문제는 예비군이 없기 때문에 사이클이 안 나와요. 그것을 해결해야 돼요.

그것을 해결할 수 있는 가장 쉬운 방법 중에 하나는 오늘 제가 얘기 안 했지만 아마 교수님들한테 들었던 SEI라고 하는 Solid Electrolyte Interphase 개를 잘 만들면 해결할 수 있는 거예요.

오늘 제가 수업시간이 아닐 것 같아서 그런 내용들 다 뺐는데 그런 기술 전개에 있습니다.

대학원생들이 제법 많이 와 있군요.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

시간관계상 하나의 질문만 더 받고 마치도록 하겠습니다.

김경민 님, 손 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 김경민

교수님께서 되게 어려운 내용인데도 쉽고 재미있게 얘기해 주셔서 잘 들을 수 있었던 것 같습니다.

아까 급속충전에 대해서 설명해 주시면서 급속충전 했을 때 사용시간이 짧은 부분에서 설명을 해 주셨는데, 보통 사람들이 급속충전 했을 때 단점이라든가 위험사항으로 생각하는 게 배터리 수명이 짧아진다는 생각을 갖고 있는 경우가 많다고 알고 있습니다.

이러한 수면 감소 현상이 발생하는 이유와 혹시 그 발생하는 현상이 있다면 그것을 막기 위한 기술 등도 어느 정도 연구가 진행되고 있을 것 같은데 그 부분에 대한 답변이 궁금합니다.

○ 연사 이상영

이런 줄 알았으면 조금 더 아카데미한 내용 위주로 준비할 것을, 개론 위주로만 준비했는데 중요한 질문이고요.

그런데 저 얘기를 하려면 음극 종류를 얘기해야 돼요.

음극에 따라 달라요.

그래파이트 음극을 쓰느냐, 실리콘 음극을 쓰느냐, 리튬 메탈을 쓰느냐에 따라 그 이슈가 조금 조금씩 다 달라요.

다른데 공통적인 것은 뭐냐 하면, 공통적인 것만 얘기하면, 아까 제가 그래파이트 같은 경우 내 아파트가 있고 내 집에 들어간다고 그랬잖아요.

들어가는데, 급속충전이 아닌 경우는 아파트 층이 이렇게 있는데 나만 들어가나요?

여기 봅시다. 여러분들이 아파트에 들어가요. 쉽게 얘기하면 아파트에 들어가야 되는데 천천히 들어가. 한 명 한 명씩 들어가도 아무 문제없어요. 한 명씩 들어가고, 그다음 너 들어가고, 순서 지켜서 들어가. 그럼 상관없어.

그런데 ‘1분 안에 들어가.’ 그럼 어떻게 돼요? 잼이 되죠.

제가 여기서 이 방 나가자 라고 하는데 ‘자, 30초 줄 테니까 다 나가.’ 그러면 여기 아수라장 됩니다. 아수라장 돼요.

급속충전이 되면 무슨 일이 발생하는 거예요? 리튬이 자기 집에 들어가기 전에 여기서 아수라장이 되면서 어떻게 돼요? 사람들이 이렇게 자라죠. 사람들이 이렇게 짜부가 되면서 자랄 것 아니에요. 그게 Dendrite. Dendrite가 되면 자라게 되는 거죠.

그다음에 실리콘도 마찬가지로, 리튬 메탈도 마찬가지고.

이 Dendrite가 생기게 되면 Dendrite가 생기는 순간 다시 그 Dendrite가 전해액과 만나면서 새로운 SAR AIR를 또 만들어줘야 돼요. 그러면서 또 소모가 일어나요, 리튬이.

그래서 그래파이트, 실리콘, 리튬 메탈에 따라 다 급속충전 이슈는 다른데, 공통적인 것은 그와 급속충전에 의해서 소위 말해서 들어가지 못 해서 Dendrite가 자라는 게 큰 이유 중에 하나다 라고 보시면 되겠습니다.

그래서 각각의 3가지 케이스에 대해서 더 디테일하게 들어가면 여러 가지로 말씀드릴 수 있겠지만 공통적인 건 Dendrite라고 볼 수 있겠고, 그것을 막을 수 있는 기술을 개발해야 된다는 거죠.

그것을 막을 수 있는 기술에 가장 쉬운 방법은 뭘까요?

가장 쉬운 방법은, 여러분들 NP Ratio라고 들어봤나요? 배터리 하는데 NP Ratio.

그게 뭐냐 하면 Negative Electrode Capacity/Positive Electrode Capacity예요.

뭐냐 하면, 전지는 양극이 공사라고 생각하면 음극이 과녁판이에요.

공사가 10명인데 과녁판이 10개면 10개인데 이 공사는 하나에 하나씩만 쏠 수가 있어요. 뽕뽕하죠.

그런데 공사가 10명인데 과녁판이 20개야. 편하게 쏘죠.

NP Ratio를 키우게 되면, 여러분들이 이 방에서 나가는데 문이 2개인 경우하고 문이 10개인 경우하고 똑같은 스피드로 나가도 아무 문제없죠. 즉, 받아들이는 게 음극 용량을 키워주면 급속충전을 쉽게 할 수가 있어요.

대신 문제가 뭘까요?

음극 용량이 커지면 전체 정해진 부피 내에 음극이 커진 게 되는 게 되니까 에너지 밀도가 떨어져요.

그래서 항상 그런 트레이드오프를 깨야 된다는 부분이 있는 거죠.

이것만 얘기해도 한참 돌아가야 될 얘기기 때문에 어려운데, 공통적인 것은 아까 말한

대로 Dendrite가 형성이 된다 라고 하는, 안으로 제대로 못 들어가서 라는 부분이라고 생각하시면 되겠고, 메탈 같은 경우는 대신 그것을 할 수가 없기 때문에 표면을 ‘리피 오피릭’이라고 해서 리튬을 점점 잘 받아들일 수 있게끔 표면 처리를 해 줘요.

그러면 고드름이 이렇게 자라는 게 아니라 옆으로 자라게 해줄 수도 있어요. 그러면 Dendrite를 막아줄 수가 있어요. 그러면 급속충전이 되기도 하고.

더 궁금하면 2차전지 전공을 하셔서 그것을 해결하시면 됩니다.

○ 사회 김서현

마지막까지 답변해 주셔서 감사합니다.

아직도 너무 좋은 질문이 많이 남아있지만 시간관계상 질의응답은 여기서 마치도록 하겠습니다.

마지막까지 너무 재미있고 쏙쏙 귀에 들어오게 설명해 주신 교수님과 또 적극적으로 질문에 참여해 주신 여러분께 모두 감사합니다.

모두 큰 박수치며 첫 번째 세션 마무리하도록 하겠습니다.

감사합니다.

(박수)

○ 연사 이상영

고맙습니다.

○ 사회 김서현

지금부터 20분간 쉬는 시간을 갖도록 하겠습니다.

정확히는 16분후인 16시부터 모두 다시 착석해 주시면 두 번째 세션 진행하도록 하겠습니다.

- 브레이크 -

- 전기차 배터리, 오늘과 내일

○ 사회 김서현

그럼 바로 두 번째 세션 시작하도록 하겠습니다.

이번 두 번째 발표를 맡아주신 연사님께서서는 LG에너지솔루션에 신영준 부사장님이십니다.

‘전기차 배터리, 오늘과 내일’이란 주제로 강연을 진행해 주실 예정인데요. 기업 요청에 따라 보안사항이 들어가므로 발표자료는 책자에서 제외되게 되었고요. 발표자료는 공개되지 않을 예정이니 지금 발표에 집중해 주시면 감사하겠습니다.

그러면 부사장님을 앞으로 모시도록 하겠습니다.

모두 큰 박수로 맞이해 주시기 바랍니다.

(박수)

○ 연사 신영준(LG에너지솔루션 부사장/CTO)

안녕하세요. 저는 LG에너지솔루션의 CTO를 맡고 있는 신영준입니다.

(박수)

제가 아무 생각 없이 강연을 수락하고 난 다음에 이렇게 큰, 많은 분들이 모이는 자리인지 나중에 알게 되었습니다.

혹시나 발표자료가 부실하면 여러분 질문에 답변을 드리는 것으로 대신하도록 하겠습니다.

내용이 보안사항이 있어서 저희가 발표자료를 못 드리는 것은 아니고, 사실 회사 내용을 어딘가에 자꾸 내놔서 공개를 해 놓기 시작하면 이게 오해를 낳을 수 있는 방식으로 활용되는 경우가 많이 있어서 저희들이 자료 공개하는 것은 좀 꺼리고 있습니다.

오늘 전기차 배터리에 대한 이야기를 해 달라고 하셔서 일단 그런 이야기를 준비했고, 여러분들이 관심 있는 얘기는 질의응답으로 대신하도록 하겠습니다.

자동차가 만들어지고 났을 때 사람들이 지금 쓰는 가솔린 자동차가 있고 전기차가 있으면 ‘뭐가 더 먼저 나왔을까요?’라고 물어보면 사람들이 가솔린차를 생각하시는 분들이 사실은 더 많습니다.

그런데 지금 저기 보면 1912년 이야기가 돼 있는데, 사실은 가솔린차보다 전기차가 먼저 나왔어요.

증기기관차가 있었지만 전기차가 먼저 나왔는데, 나중에 가솔린이 나오고 그다음에 모델 T라는 포드에서 새로운 차를 만들기 시작했어요. 마차처럼 생긴 차입니다.

마차처럼 생긴 검정색 차인데, 처음으로 분업화된 공정 안에서 차를 만들기 시작했어요. 여기 보시는 것처럼 그 당시 비용으로 전기차가 한 3,000불 정도 했을 때 260불밖에 안 되는 가솔린차가 나온 거죠. 그래서 사실 순식간에 전기차가 없어져 버립니다.

그전까지 전기차는 어찌 됐든 간에 지금도 충전이 어렵지만 그때는 충전이 훨씬 더 어려워서 사실은 충전하기가 굉장히 어려운 상황도 있었고, 거리는 많이 못 갔지만, 사실 여러분들은 지금 한번 움직이시면 수십 km, 수백 km를 움직이지만 저 당시에는 사람들이 그렇게 많이 움직이지 않았기 때문에 사실 거리 문제보다는 충전 문제, 비용 문제, 그다음에 관리하기 어려운 문제 등으로 전기차가 순식간에 사라집니다.

그렇게 사라졌던 전기차가 1990년도 경 환경 문제가 점점 올라가면서 앞으로는 자동차의 매연, 공해, 우리가 배기가스를 제한해야 되겠다는 얘기가 나오고, 96년도에 GM에서 EV1이라는 차를 새롭게 만들어서 내보냅니다. 이게 현대 전기차의 효시가 됩니다.

그런데 몇 년 하고 저 당시에는 차를 팔지 않았어요. 저 차는 전부 다 리스만 해 줍니다. 리스만 해서 빌려 쓰게만 해 줬는데, 몇 년 뒤에 저 리스했던 차들을 전부 다 회수하고 전기차 프로그램을 끝냅니다.

그래서 여러분들이 유튜브나 이렇게 찾아보시다 보면 ‘누가 전기차를 죽였는가’라는 다큐멘터리가 있어요.

저 당시에 전기차 저것을 팔았을 때 저 전기차의 만족도가 굉장히 높은 사람들이 있었어요.

그랬는데 저 전기차가 발전을 하면 석유산업을 이끌던 사람들, 기존에 자동차 산업을 이끌던 사람들이 자기 산업이 망가질까 두려워서 오히려 저게 잘되는 걸 막았다는 이야기가 있을 정도로 사실은 나름대로 성공적인 시작을 했습니다.

그리고 난 다음에 다시 사라지고 나서, 2003년도에 완전히 싹 사라지고 나서 2009년, 2010년 이때 상업용 전기차가 처음으로 다시 나오게 됩니다. 그 이야기는 조금 이따 다시 드리면 될 것 같고요.

이렇게 전기차가 흘러왔고, 그럼 LG에너지솔루션은 무엇을 했는가 보면, 사실 LG그룹

은 LG화학으로 시작을 했고 바로 다음에 전자가 만들어졌어요.

그래서 LG화학이 먼저 됐는데, 저희가 92년도부터 LG금속이라는 회사에서, 지금은 그게 LS전선이 돼 있나요, 이렇게 이름이 바뀌어 있는데, LG금속이라는 회사에서 전지 연구를 시작했고 96년부터 화학에서 리튬이온 전지 연구를 시작했습니다.

저는 95년도에 석사를 마치고, 제가 졸업했을 때는 전지를 하는 대기업이 없었어요.

취직할 수 있는 곳이 없어서 사실 한국타이어라는 곳에서 2차전지를 연구했었고, 그러고 난 다음에 중간에 유학도 다녀오고 이런 길을 걸었습니다.

이것을 잠깐 보여드린 것은, 과거에 화학에서 넘어왔던 LG엔솔 잠깐 자랑을 드리면, 남한테 기술을 받지 못했어요.

그래서 전부 다 맨땅에 헤딩하면서 원통형 전지부터 자동차 전지까지 전부 다 만들어 냈고, 지금 중국에서 굉장히 빠르게 쫓아오고 있지만 그 덕분에 그래도 지금 시장에서 누구나 같이 일하고 싶은 회사, 지금 여기 보면 최근 들어서 거의 모든 자동차 회사들이 전부 다 저희하고 일을 하고 싶어서 이야기하고 있는데, 그런 회사가 돼 있습니다.

전기차 시장을 초기부터 보니까 크게 한 3개 정도로 세대 구분을 하면, 1세대 전기차라고 이야기하는 게 2000년대 말부터 2009년, 2010년 이때쯤 차가 나오기 시작해서, 그때는 한번 충전하면 100km 남짓밖에 못 갔어요. 100km, 한 120km 이 정도 가는 것을 감히 그냥 ‘전기차라는 게 시장에 나왔다.’ 이런 이야기를 할 수 있는 수준의 전기차가 있었고, 그때 유일하게 테슬라만 400km가 넘는 전기차를 만들었어요.

그러면 ‘테슬라가 특별한 기술이 있어서 400km가 넘는 전기차를 만들었나?’라고 이야기 하면 사실 그것은 아니고, 테슬라가 남들보다 배터리를 좀 많이 넣어요.

지금 테슬라의 모델 S라는 차는 다른 차보다 훨씬 큼니다, 차가. 똑같은 차 사이즈의 플랫폼을 만든 게 아니라 일반 차보다 더 크게 만들어서 바퀴 사이에 배터리를 넣을 수 있는 공간을 훨씬 더 많이 확보하고 배터리를 더 많이 넣음으로써 더 많이 거리를 갈 수 있게 했고, 다른 전기차들은 나름대로 시장에서 팔리긴 했으나 우리가 성공했다고 얘기하기 어려운데, 테슬라는 나름대로 성공했다고 얘기를 합니다.

그 모델 S 전략의 차이가 뭐였냐면, 다른 자동차 회사들은 전기차를 만들 때 ‘전기차는 모든 사람들이 사야 돼요’라는 전제로 싸게 만들려고 했어요.

그러다 보니까 배터리 값이 너무 비싸서 차를 싸게 만들려고 하니 배터리를 적게 넣어야 되고, 그러다 보니 차가 다 작은 차, 우리 지금으로 치면 모닝, 스파크, 아니면 더

작은 차, 요새는 경차들이 거의 다 없어져서, 저 리프라는 차도 그렇고 볼트라는 차도 그렇고 보통 아반떼보다 조금 더 작은 차예요.

그 정도 차에 배터리를 넣어서 만들고 얼마를 받냐?

당시 돈으로 4만 볼, 5만 볼 이렇게 차 값을 받는 거예요. 싸게 만들어도 그렇게 밖에 안 되는 거예요.

그런데 테슬라는 어떻게 했냐면 ‘어차피 이 차를 사려면 돈이 많은 사람들이 살 거야. 돈이 많은 사람들이 사려면 그 사람들이 왜 사지? 그럼 내가 원하는 것을 맞춰줘야 되겠어.’ 그래서 테슬라가 그때 표방했던 게 소위 말하는 제로백이에요. 밟으면 튀겨나가는 거죠. 그래서 이때는 테슬라가 한 1억5천 이 정도 되는 차를 만든 거죠.

그런데 사람들은 뭐라고 그랬냐면 ‘내가 3억을 주고 포르쉐를 사느니, 1억5천을 주고 모델 S를 사면 더 좋은 퍼포먼스를 느낄 수 있어.’라는 게 사람들을 끌고 왔던 동인이 됐습니다.

저는 사실 개인적으로는 테슬라를 별로 좋아하지 않습니다.

그런 얘기는 나중에 기회가 되면 하고요. 그런데 정말 마케팅을 잘했다고 생각해요.

전 세계에 있는 사람이 다 동시에 전기차를 살 수는 절대 없습니다. 어차피 살 사람은 정해져 있어요. 그럼 그 사람을 정확하게 타겟해서 해야 되는데 그것을 성공했던 곳은 테슬라밖에 없었어요. 그래서 지금도 ‘전기차’ 하면 ‘테슬라’라고 이야기하는 세상이 돼 버렸어요.

그러면서 2세대가 가면서 나름대로 차가 팔릴 만한 차가 되고, 거리가 350에서 한 400 km 정도 가기 시작을 합니다. 그런데 여전히 차 값이 비싸요.

차가 큰 차가 별로 없었다가 2세대 말이 되면서 차들이 점점 커지기 시작합니다.

지금 여기 ‘23년까지라고 돼 있는 건 그 뒤에 다른 얘기 때문에 그런데, 3세대가 되면서 차들이 다양해지기 시작해요.

이달 초에 있었던 상해 모터쇼에 새로운 전기차만 80여 종인가 출시됐다고 그러더라고요, 중국에서.

중국 같은 경우 지금 굉장히 다양한 전기차가 작게는 1천만 원 정도 하는, 탈 만한 차라고 합시다. 1천만 원 정도에 한 150km 정도 가는 차부터 시작해서 2억, 3억 하는, 지금 1,000km를 가겠다고, 800km 이상 가는 차까지가 있는 게 중국이에요. 지금 전기차가 굉장히 다양한 시장을 가고 있습니다.

그래서 지금 보시는 것처럼 차량 가격이나 이렇게 해서 어쨌든 가격도 올라가고, 당시에 10만 불 정도 되게끔 모델 세팅을 했었는데 지금은 차들이 점점 내려가면서, 뒤에 가면 잠깐 얘기할 기회가 있겠지만 어쨌든 보급률이 늘어나려면 이제는 대상이 바뀌어야 돼요.

테슬라의 전략이 ‘나는 어차피 소수한테만 팔 거야.’라는 전략에서 출발했었지만 테슬라도 모델 2라는, 신문에 나오는, 실제 모델 이름이 모델 2일지는 모르겠지만 어쨌든 모델 2라고 그들이 부르는 차를 만드는 이유가 ‘이제는 누구나 살 수 있는 차로 바뀌어야 되기 때문에’라는 전략이 마케팅 전략으로 가고 있습니다.

LG엔솔 배터리가 탑재된 자동차가 뭐가 있나 잠깐 보여드리려고 한 장 올렸습니다.

저희가 처음에 나와서 2010년에 여기 들어가는 배터리를 제가 했었고, 여기 들어가는 배터리를 제가 했었고, 그러고 난 다음에는 직접 제가 배터리를 개발하는 일에 참여하지 않아서 뒤쪽에는, 그렇지만 회사에서 전기차 배터리 가장 처음 시작하는 일을 했었습니다.

그런데 여기 보시면 우리가 소위 말하는 자동차 회사 중에 ‘Top 10’ 이렇게 부르는데 없는 회사가 도요타가 없어요. 그다음에 혼다가 없습니다. 둘 다 없고 그 외에는 다 있어요.

혼다는 신문지상에 난 것처럼, 아까 보여드린 것처럼 합작사를 만들기로 해서 ’25년, ’26년부터는 저희 배터리를 쓸 거예요.

물론 그 전부터도 GM이 만드는 배터리를 대신 가져다 쓰기로 했습니다.

도요타는 조만간 쓸 거예요. 조만간이 언제인지 제가 알려드릴 수도 없고 어떻게 할지 모르겠지만, 그들이 저희 것을 안 쓰고는 차를 팔 수 없는 지경이 될 겁니다.

전기차를 하다 보니까 배터리를 만드는 회사들이 굉장히 다양해요.

나중에 기회가 되면 그런 얘기를 드려도 될 것 같은데, 지금 중국 회사들이 굉장히 잘하고 있어요.

굉장히 잘하고 있지만 중국 회사들을 믿을 수 없는 부분들이 좀 남아 있습니다.

제가 저희 직원들한테 하는 얘기로, 여러분들한테 하는 얘기가 아니라 그냥 직원들한테 하는 얘기로 “전 세계에 배터리 회사는 하나밖에 없다.” 이렇게 얘기합니다. “고객이 쓸 만한 배터리를 만들 수 있는 회사는 하나밖에 없다.” 당연히 저희 회사를 얘기하는 거겠죠.

그 이유는, 여러분들 어떨지 모르겠지만 중국에서 만드는 것은, 중국은 믿을 수가 없다. 이들은 잘 만드어요. 잘 해요.

그런데 문제가 있는 것은 이야기를 안 해요. 문제가 있어도 덮고 넘어가요. 그것을 굉장히 잘 합니다.

그래서 중국을 믿고 글로벌 회사가 가기는 힘들 거다 라는 게 하나고요.

그런데 지금은 그럼에도 불구하고 중국 회사 것을 사가요. 배터리를 구할 수가 없기 때문에.

그런 게 하나 있고, 일본 회사들은 정말 잘해요. 아무것도 안 가르쳐줍니다.

여러분들이 일본과 나중에 일을 할 일이 생기면 일본 사람들에게 질문을 하면 답변은 항상 이렇게 돌아와요. “회사에 돌아가서 확인하고 나중에 알려드리겠습니다.” 그 어느 것도 알려주지 않습니다.

저희가 재료를 공급하는 일본 회사가 있는데, 자동차 회사가 너네 회사를 방문하겠다고 그랬는데 못 한다고 그랬어요. 저도 아직 그 회사의 공장을 못 가봤어요.

그 회사에서 물건을 많이 사는데도 불구하고 절대 공장 안으로 못 들어오게 해요.

그런데 안타깝게도 품질에 문제가 없어서 뚫고 들어갈 수가 없어요.

중국 회사들은 만날 문제가 생기니까 개네들 문은 항상 열려 있습니다.

일본은 그런 차이가 있어서 글로벌 OEM 일하기가 마찬가지로 힘들어요.

그다음에 우리나라에 있는 두 회사는 오늘 얘기 안 하기로 하겠습니다.

그래서 지금 굉장히 기회이기도 하고 굉장히 위기이기도 한 시기입니다.

우리 LG엔솔만 이런 게 아니고, 삼성SDI를 봐도 상당수의 자동차 회사들과고 일하고 있어요.

삼성SDI가 BMW는 굉장히 가까이 일하고 있고, 아우디와도 일하고 있고 폭스바겐과도 일하고 있고 재규어와도 일하고 있고, 얼마 전에 GM과도 일하기로 했고, SK도 지금 포드와 하고 있고, 현대와 잘 하고 있고, 지금 또 다임러와 하고 있고 굉장히 다 잘 하고 있어요.

다들 잘 하고 있는데, 지금 성장속도가 너무 빠르기 때문에 거기에서 저희가 어려움을 겪고 있습니다.

어쨌든 지금 BYD가 최근에는 차량이 늘어났는데 저것은 그냥 중국 내에서 판매되는 것을 빼고 나면 얘기가 조금 다르기 때문에, 테슬라도 중국 내에서 굉장히 많이 팔립니

다. 그런데 최근에는 BYD한테 완전히 뒤집어졌어요. 중국에서 팔리는 양 때문에 제위를 해야 되겠지만, 지금 현재는 BYD하고 테슬라가 전체를 휩쓸고 있고, 폭스바겐이 나름 잘 하고 있고, 현대차가 굉장히 잘 하고 있습니다.

시장은 중국 회사가, CATL이 전체 시장을 다 잡고 있어요. 40%라는 시장이 어마어마한 시장입니다.

그런데 저것은 중국을 포함한 거고, 중국을 빼고 나면 여전히 CATL이 25% 정도의 시장 점유율을 갖고 있으니까 굉장히 잘 하고 있는 거죠.

저희가 한 30% 정도 가지고 있고, 전체 중국까지 포함하게 되면 한 12~13% 정도 지금 하고 있어요.

저희가 생각하는 적절한 마켓쉐어는 ‘한 25% 정도 하면 되겠다. 그 이상을 한다는 건 말도 안 되는 것이고, 그것보다 못 하면 창피한 거다.’라고 생각을 하고 있고, 그 정도를 하기 위해서 노력을 하고 있습니다.

최근에 SK하고 SDI가 공장을 증설하면서 물량이 늘어서 점점 자라고 있어요.

여기까지 빼고 나면 사실 그다음에 이제 없습니다. 배터리 회사가 이렇게밖에 없어요.

여기서 보여드리고 싶은 것은 그것밖에 없습니다.

나머지 중국의 많은 회사들이, 중국까지 포함하면 굉장히 많은 회사들이 있는데, 실제로 글로벌리 나와서 공급할 수 있는 회사가 여기 안 들어 있는 회사가 하나가 뭐 있냐면 BYD가 있어요.

BYD는 전부 다 자기 배터리를 쓰고 있어요. BYD 자동차는 전부 다 BYD 배터리.

BYD라는 회사가 배터리를 먼저 했어요. 자동차를 먼저 한 회사가 아니고 핸드폰에 넣는 배터리를 먼저 하다가 자동차로 가면서 자동차 배터리를 자기네들이 하고 다 자기네들이 쓰고 있습니다.

그래서 BYD가 하나 있는데 밖에 외판을 거의 안 하니까 BYD를 빼고 나면, 아, 우리나라의 쌍용자동차에서 전기차 만들기로 한 것은 BYD 배터리가 들어갈 거라고 그러더라고요. 거의 외판을 안 하고는 있지만.

그래서 실제로 시장에서 보면 중국 회사 2개, 일본 회사 1개, 한국 회사 3개 정도가 실제 시장에 배터리를 공급할 수 있는 회사예요.

제가 이것을 먼저 보여드리는 게 나을 것 같아요.

그런데 문제는 여기에 있습니다.

과거에 ‘전기차를 사람들이 왜 삽니까?’라고 물어봤어요.

‘전기차를 우리가 왜 사지?’라고 물어보면 규제 때문에, 파는 사람 입장에서 전기차를 안 팔면 내가 세금을 더 내야 돼요. 벌금을 내야 되는 거죠.

그게 캘리포니아에서 말했던 Zero-Emission Vehicle에 대한 규제 이런 거였어요.

카푸 그런 얘기했던 것들이, 전체 자동차 회사가 팔고 있는 차에서 나가는 배기가스를 다 더한, 그래서 그것을 차량 대수로 평균을 낸 것이 ‘얼마 기준보다 넘어가면 벌금 내라.’ 이런 규정인 거예요.

테슬라가 옛날에 한동안 차로는 돈을 못 벌고 패널티로 돈을 벌었어요.

테슬라는 100% 다 전기차잖아요. 그러니까 테슬라는 팔 때마다 크레딧이 쌓이는 거예요. 그 크레딧을 다른 자동차한테 팔았어요. 그래서 테슬라가 초창기에 돈을 벌기도 했어요.

그랬는데 지금은 시간이 지나면서 가격도, ‘내가 10년 탑니다’ ‘15년 탑니다’ 이렇게 계산해 보니까 전기값이 워낙 싸거든요. 그래서 ‘아, 이것을 다 더하면 차 값보다 싸겠다.’

TCO라고 부르는 게 Total Cost Ownership이에요. ‘내가 이 차를 갖고 있는 내내 쓰는 돈을 살 때부터 다 더해보면 더 싸겠구나.’라는 사람들이 생기면서 차량이 늘기 시작을 했어요. 아 참, 라이프 타임으로 본 걸로.

그렇게 늘기 시작했고, 이제 점점 가솔린차하고 가격이 가까워지는 시기가 오고 있습니다.

그런데 여러분들 중에 혹시나 전기차를 타보셨거나 가지고 계신 분이 보시면 사실 전기차 탄 사람이 잊어먹지 못하는 게 퍼포먼스입니다.

전기차는, 전기공학과 다니시는 분들도 계시겠지만 전기차는 가솔린 엔진하고 다르게 모터는 낮은 회전 속도에서 힘이 굉장히 좋아요. 밟으면 정말로 튀어나갑니다.

여러분들 모터사이클 경기하는 것 보면 속도 과속하면 뒤로 이렇게 탁 붙잖아요.

전기차 액셀을 끝까지 딱 밟는 순간 모든 사람 고개는 다 뒤로 젖혀집니다.

한국에서 그렇게 탈 곳이 없지만 차를 가지고 한두 번 정도 밟아보면 뒤로 재껴지는 게 느껴져요.

그다음에 차가 무거우니까, 사실 무게 중심이 아래쪽에 있으면 핸들링 특성이 굉장히 좋아요. 나쁜 것은 승차감이 굉장히 나쁩니다. 차량의 무게 중심이 아래쪽에 많이 쏠려 있으면 작은 흔들림에도 서스펜션이 할 일이 많아져서 사실 승차감은 나빠지죠.

그런데 운전 특성, 조양 특성은, 달리는 특성은 전기차가 굉장히 좋습니다.

브레이크도 기계적인 브레이크도 있고 엔진이 거꾸로 모터가 회생제동을 하는 브레이크도 있기 때문에 브레이크 성능이 굉장히 좋습니다.

그런데 그것을 연비를 아끼려고 하다 보니까 ‘브레이크가 약간 밀리는 느낌을 받습니다.’라고 얘기하시는 분들이 계시긴 해요.

여기서 드리고 싶었던 얘기는 뭐냐 하면, 사람들이 예상하는 전기자동차가 얼마나 팔릴 거냐 라는, 일반 가솔린차 대비 전체 차량에서 얼마나 팔릴 거냐에 대한 이야기예요.

여기 보면 작년에 한 10% 정도 팔렸어요. 10% 조금 더 되게.

전체 자동차가 옛날에는 코로나 이전에 1억 대 정도 팔린다고 얘기했는데 지금 전세계적으로 한 8천만 대, 9천만 대 이렇게 팔린다고 얘기를 합니다.

그중에 10% 남짓, 한 900만 대 정도가 작년에 팔렸는데 올해부터 17%, 여기 ‘30년에 56%, ‘35년에 88% 이렇게 해 봤어요. 이 숫자가 배터리 회사 입장에서는 감당할 수 없는 숫자입니다.

아까 말씀드린 것처럼 배터리 회사는 지금 현재 실제로 5개, 6개밖에 사용할 만한 배터리 회사가 없어요. 그러다 보니 유럽에 있는 나라들이, 유럽에서 자기네들이 배터리를 사겠다고 많은 회사를 세웠지만 지금 배터리가 나오는 데가 없어요.

노스볼트니 ACC니 브리티시볼트니 쪽 만들었는데 실제 배터리가 쓸 수 있게 나오는 회사는 없습니다.

그래서 아마도 제 생각은 ‘30년도에 한 50% 가까이 가긴 갈 것 같아요.

그런데 그 뒤에 ‘35년도에 88% 가는 것은 쉽지 않아 보인다는 생각을 하고 있습니다.

그러고 나서 앞으로 잠깐 오면, 저렇게 배터리가 중요해지다 보니, 배터리를 가지고 전기차를 키우려다 보니까 전기차가 일반 가솔린차하고 다른 게 뭐가 있냐면 보조금이라는 게 있어요. 국가가 기업에, 국가가 차를 사는 사람에게 돈을 줘요.

그런데 그 돈이 다시 그 나라로 돌아오기를 다 원할 것 아닙니까.

그러니까 지금 이 시장을 보니 미국이라는, 저는 미국이 이것을 맨 처음에 시작할 때 미쳤나 그랬는데 ‘정말 똑똑한 사람들이구나.’

우리나라가 ‘우리나라 내부에 투자하기 되게 어렵습니다.’라고 얘기를 자꾸 하는데, 애네들도 투자할 수 있는 나라가 아니예요, 미국은.

인건비도 그렇고 사람들이 일하는 수준도 그렇고 도저히 투자할 곳이 아닌데 엄청난

돈을 주기 시작하니까 미국이 투자를 안 하면 남지를 않아요.

저희 지금 미국에 공장만 6개인가를 새로 지어야 됩니다.

결국에는 산업이 있어야 나라가 돌아간다는 생각을 미국이 정말 명확하게 한 겁니다.

그래서 미국은 다 미국으로 들어오라고 얘기하고 있고, 다만 중국에 대해서 어떻게 제재할 건가를 미국이 고민하고 있는 것 같아요.

과거에는 중국하고 되게 친하게 지냈는데 해보니까 중국만 돈을 버는 것 같고 미국은 돈을 못 버는 것 같으니까 중국을 제재하기 시작했는데 그 부분에 대한 고민들을 하고 있는 것 같고 아직까지는 강력한 제재를 하고 있습니다.

그런데 반대로 유럽은 조금 입장이 달라요. 유럽은 중국 애들하고 잘 지냅니다.

그런데 유럽에서 문제가 있었던 게 뭐냐면, 과거에 태양광 패널, 태양광 발전을 하는 패널 유럽 회사들이 있었는데 보조금을 주기 시작했더니 중국 회사들이 헐값에 확 다 들어와서 유럽에 있던 모든 회사가 망해버렸어요. 태양광 패널 만드는 유럽 회사 하나도 없습니다.

그래서 지금 유럽이 ‘그린딜’이라는 것을 만들어 놓은 여러 가지 이유가 뭐냐 하면 ‘중국이 들어와서 유럽을 휩쓸지 못하게 하겠다.’

그래서 ‘한 나라에서 60% 이상 들어오면 안 됩니다.’ 이런 규제가 있을 정도로 지금 사실 유럽의 여기도 마찬가지로 산업 보호를 목적으로 하는, 중국을 배제하는 게 목적이 아니라 산업 보호를 목적으로 합니다.

여러분이 나중에 국가 간 정책을 보면 ‘왜 저런 걸 하지?’ ‘뭘 어떡하지?’라고 하면 다 뒤로 돌아가면 결국에는 ‘국민들에게 돈을 어떻게 하면, 세금을 내건 나라가 보조금을 주든 하는 것들이 국민들한테 돌아가게 할까.’ 하는 고민을 하는 거예요.

여러분들이 어느 분야에서 일하시든지 여러분들 사실 그런 고민을 하셔야 됩니다.

그래서 전기차가 앞으로는 어떻게 갈 거냐?

과거의 전기차는, 가격에 대한 이야기도 했고 퍼포먼스 이야기도 했고 다 얘기했지만, 아까 얘기했죠? 10%도 안 되는 사람들이 사는 거였어요. 5~10% 정도 되는 사람이 사는 전기차였습니다.

그런데 이제는 50% 정도 되는 사람이 사야 돼요, 전기차를.

‘그럼 전기차가 어떤 기능을 가져야 될까?’라는 게 우리가 가야 될 방향이라고 보고 있어요.

그래서 보니까 ‘거리가 한번 타면 100km, 200km 가지고는 50% 되는 사람이 살 수 없을 거야. 적어도 500km 정도는.’ 지금 저희들이 대부분의 가솔린차들이 기름을 넣으면 500~600km 갑니다. 그 정도 갑니다.

제가 잠깐 하이브리드 차를 탈 때는 1,000km도 나오더라고요.

제가 고속도로를 많이 타서 보니까 한 1,000km도 나오긴 하는데, 일반적으로 차를 타면 한 600km 정도 기름을 넣습니다.

작은 차라고 해서 그러면 기름통을 키우냐? 아무도 안 키워요. ‘그 정도라면 다 만족할 만하다. 내가 기름을 한번 넣고 600km쯤 가면, 500km쯤 가면 불만이 없다.’ 이렇게 보는 거예요. 그러니까 ‘전기차도 한 500km 정도는 가야 되겠다. 조금 더 가면 좋겠다.’ 그 정도가 지금 현재 보이는 거고요.

그런데 저는 전기차를 안 타고 다닙니다. 그 이유는 충전 때문에 그래요.

저는 개인적으로 고속도로에서 기름이 떨어져서 서 본 적이 있습니다. 성질이 조금 그래요.

그래서 어디까지 탈 수 있나.

기름, 마지막 하면 꺼지잖아요. 갑자기 ‘몇 km 몇 km’ 나오다 꺼집니다. 그다음부터는 안 가르쳐주고 기름 넣으라고만 나오죠.

그래서 휴게소를 하나 지나갔어요. ‘아, 괜찮구나’ 잘 갔는데, 마지막 휴게소 500m 앞에서 서버렸습니다. 그런 경험이 있어서 충전에 대한 불안감을 조금 가지고 있어요.

아직은 충전하기가 굉장히 어렵습니다.

그래서 급속충전에 대한 이야기를 사람들이 많이 하기 시작했어요.

급속충전을 전 세계에서 제일 잘하는 차는 현대자동차입니다. 포르쉐가 먼저 시작했는데 실제로 제일 잘하고 있는 것은 현대차예요. 그 이유는, 800볼트 시스템을 쓰고 있어요. 다른 데는 400볼트 쓰는데.

다 우리 배우는 V는 IR하는 그 개념에서, 또는 P는 IV하는 그 개념에서 나오는 거예요. 전압이 올라가면 전류를 줄일 수 있고, 전류가 줄어들면 발열이 덜 돼요. 그러니까 더 많이 충전을 빠르게 할 수 있어요. 똑같은 에너지를 집어넣는데.

그런데 800볼트가 되면 시스템이 개발된 게 별로 없어서 아직까지 준비가 덜 됐는데 포르쉐하고 현대차는 그것을 잘 준비해서 지금 현대차 시스템은 대부분 800볼트로 나오고 있고 그래서 급속충전이 남들보다 좋습니다.

어쨌든 충전에 대한 부분을 지금 굉장히 고민하고 있고, 저기 20분, 20분 정도까지 버틸 수 있을까? 개인적으로 저는 아직 자신이 없습니다. 20분을 기다릴 자신이.

그런데 충전을 20분보다 더 빨리 하는 것은 사실 불가능해요. 그건 전력망 때문에 불가능합니다.

여러분 배터리가 500km, 700km를 가기 위해서는 100kWh라는 정도의 배터리 용량을 채워요. 100kWh면 1시간에, 100kW를 하면 1시간 되는 거잖아요.

그런데 애가 20분 하려면 3분의 1이니까, 3배 돼야 되니까 300kW 정도 돼야 돼요.

여러분 집에 전기가 얼마쯤 들어가냐면 한 집에 10~20kW 정도 들어가요. 그러니까 15개 집 정도가 동시에 다 쓰는 전기만큼을 쓸 만큼 돼야 됩니다.

아파트에서 예를 들어 한 줄에 50집 있다고 칩시다. 50집이 동시에 전기를 쓰면 얼마 쓸까요?

한 집이 10kW도 안 써요. 왜냐하면 모든 전기를 다 쓸 때 그렇게 가는 거기 때문에, 우리가 쓸 수 있는 한계는 20kW, 30kW 돼도, 실제로 평상시에 쓰는 전기는 10kW도 안 돼요. 예를 들어서 사람마다 전기요금을 내보면 알겠지만 ‘몇 kWh를 썼나요?’ 이렇게 나오면 150kWh, 200kWh를 한 달 동안 쓰는 거예요.

그러니까 아파트 한 줄을 다 해 봐야 전기차 1대 급속충전하는 것과 비교하면 전기차가 전기를 더 많이 먹을 수 있어요.

그러니까 사실 충전 스테이션을 만드는 게 어려움이 있어서 더 빨리 하긴 쉽지 않겠지만 20분 정도 충전하는 것은 필요할 거다 라고 보고 있습니다.

그다음에 당연히 50%가 사려니까 가격에 대한 부분이 점점 민감해집니다.

테슬라 얘기를 다시 들어가면, 테슬라가 모델 2라는 것을 만들어서 2만 불대를 하겠다는 이유는, 자기네들이 진짜로 ‘전체 시장의 절반을 먹겠다.’ 이렇게 아주 공격적으로 이야기를 하는 거예요. 테슬라가 8,000만 대 시장에서 2,000만 대 정도 자기네가 하겠다고 그러는 거예요.

여태까지 제일 많은 자동차를 만들어 본 회사가 도요타로 1년에 했던 게 1,000만 대였어요.

그런데 개네들이 2,000만 대를 해 보겠다고 하는 야심찬 꿈을 갖고 있다 보니 2만 불짜리짜리가 필요합니다.

테슬라가 사실 이런 얘기를 하면, 모델 2가 될지 안 될지는 모르겠어요. 왜냐하면 테슬라

라 모델의 이름이 모델 S, 모델 3, model X, model Y 이렇게 있어요. SEXY예요, SEXY. 모델 E를 못한 이유가, 모델 E가 포드에서 이미 등록돼 있는 모델이에요. 모델 E라는 차가 포드에 있어요.

그래서 테슬라가 처음부터 등록을 그렇게 했다는 거예요. 3자가 E자 거꾸로 된 거잖아요. 그렇게 해서 지어냈기 때문에 사실 모델 2가 될지 이걸 아무도 모릅니다.

일론 머스크가 무슨 생각으로 이름을 지을지 제가 그 다음은 모르겠어요.

그다음 마지막에 세이프티에 대한 이야기는, 새로운 기술이 나오면 모든 사람들이 거부합니다.

사실 모든 사람이라고 얘기하면 안 되고요. 새로운 기술 잘 받아들이는 사람이 있고, 새로운 기술이 나왔을 때 기존의 기술 때문에 도태될 사람들은 그 기술이 나쁘다 라고 계속 이야기를 해야 돼요. 언제와 똑같냐면 처음 자동차가 나왔을 때.

모델 T라는 차가 나와서 갑자기 길거리에, 오늘 그 사진이 없는데 마차하고 자동차하고 숫자가 비슷해지기 시작할 때 이런 얘기가 나왔습니다. ‘너무 위험하다.’ ‘자동차가 너무 빠르다.’ ‘너무 조용히 쑥쑥 지나간다.’ ‘사람들 다친다.’ 이런 얘기 계속 나왔어요.

그런데 20~30년 지나고 나서 한 명도 그런 얘기를 하는 사람이 없어요. 그런데 마차는 싹 사라졌어요.

이제 전기차도 그럴 거라고 사람들이 많이 얘기를 하지만, 다른 문제 때문에 어려움은 있지만, 그래서 일단 세이프티에 대한 이슈는 점점 줄어들 겁니다.

그렇지만 만드는 사람들은 훨씬 더 세이프하게 만들어야 되는 일이 들어가고 있고 저희들도 지금 그쪽에 굉장히 많은 노력을 하고 있어요.

‘그러면 이것을 가능하게 하는 전지가 뭐니?’라고 물어보면 신문에서 만날 얘기하는 게 전고체 배터리입니다. 그런데 가능하지는 않습니다.

일단 전고체 배터리가 실제로 지금 앞에서 한 얘기 중에 해 줄 수 있는 건 아무것도 없어요.

앞에서 한 것 중에 아마도 세이프티에 대한 부분은 조금 개선이 되는 건 맞는데, 거리를 더 낼 수도 없고 사실 충전을 더 빠르게 할 수도 없고 가격을 낮출 수도 없습니다.

그냥 여기 기자님은 안 계신 거라고 하고, 그게 사실 저는 요새 힘든 게., 기사에 나오는 내용과 제가 내부에서 같이 가는 내용이 너무 달라서 사람들하고 힘들어요.

전고체 전지는 액체하고 고체하고 따지면 당연히 액체에서 뭐가 움직이는 게 좀 더 빠

르겠죠. 사실 속도를 내기 조금 어렵습니다. 그런데 다른 여러 가지 이유로 속도를 내게 만들어요.

그다음에 전고체 전지는, 전지라는 것은 밀착이 굉장히 중요해요. 여러분들 화학 반응을 배우면 화학 반응이 일어나는 것 중에 전기화학 반응이라는 게 일어나려면 전자하고 이온하고 개가 들어가서 반응할 반응 surface하고 3개가 동시에 있어야 되는데, 이 **계면**이 항상 일정하게 만들어지는 게 고체에서는 거의 불가능합니다. 그래서 굉장히 큰 압력을 밖에서 가해야만 작동을 해요.

저희가 그 압력 떨어트리는 것을 어디까지 떨어트려요? 지금은 얼마라고 그래야 되나, 500기압 정도 돼요.

애가 지금 한 100기압까지 낮췄어요. 애를 한 2기압, 3기압까지 떨어트리면 상용화가 될 것 같아요. 그런데 아직 시간이 걸릴 거라고 보고 있습니다.

그다음에 가격은 지금 가격의 1.5배 정도 될 것 같아요.

아직은 그것은 볼륨이 커지면 떨어질 거라고 얘기하는 사람들도 있지만 아직까지는 그 것을 보여준 사람은 없어요.

그다음에 급속충전은 이 반대, 그러니까 전고체 배터리는 음극 쪽을 리튬 메탈을 쓰거든요. 그러다 보니까 메탈은 빠르게 충전하기가 굉장히 어렵습니다. 표면의 상태가 나빠지기 때문에.

그래서 사실 앞에 우리가 가야 되는 방향은 더 멀리 더 빨리 충전하면서 더 안전하게 더 싸게 가야 되는데 전고체에는 조금 어려움은 있습니다.

그럼에도 불구하고 이론적으로 숫자만 놓고 봤을 때 기존 전지보다 에너지 밀도가 훨씬 높아요. 바깥에 압력 가하는 것 다 빼고.

기존에는 부피당 우리가 한 600Wh 정도를 넣는다고 얘기하면, 애는 800Wh, 900Wh를 넣을 수 있어요.

그래서 그게 구현이 된다면 그만큼 더 멀리 갈 거라고 이야기하는 것이고, 고체기 때문에 불이 덜 날 거라고 생각하는 건데 아직 나머지 것들이 다 찾아가려면 시간이 걸립니다.

리튬 황 전지는 가벼운 전지예요. 다른 것 없어요.

나쁜 점 되게 많아요. 그런데 정말 가벼워요. 지금 전지보다 절반 정도 무게면 돼요.

그러니까 비행체에 써보겠다고 지금 해 보고 있습니다.

저희가 여기 고고도, 저희가 인공위성 대신에 성층권에 무인 비행기를 띄워놓고 그 성층권에 있는 무인 비행기에 통신장비를 달아서 위성의 역할을 하는 프로젝트들을 하고 있어요.

우리나라는 잘 안 하지만 항공우주연구소에서 조금 하고 있고, 일본에서는 소프트뱅크가 많이 하고 있고, 러시아인가 스카이드 웰러라는 또 다른 회사가 그런 일들을 하고 있어요.

스타링크와 비슷한 거예요. 옛날에 모토로라나 테슬라나 다 우주에 인공위성을 쏘 가지고 내가 촘촘하게 통신망을 해 보겠다고 하는 일을 하고 있는데, 이것을 하는 사람들은 ‘인공위성은 너무 비싸. 그런데 내가 성층권 정도까지 띄워 놓으면 어느 정도 커버리지를 가지고 기지국이 없어도 웬만한 데이터 통신을 하면서 할 수 있어.’ 그러니까 오지 같은 경우나 이런 데, 또는 전쟁 중에, 이번에도 우크라이나 통신망이 망가졌을 때 테슬라가 띄워놔던 인공위성을 통해서 통신이 가능했습니다.

이런 얘기하는 것처럼, 특수 상황이나 재난이 일어났을 때 애를 그 위로 띄우면 그 동네가 다시 통신이 되게 할 수 있기 때문에 가능성이 있다고 보고 있습니다.

그런 비행체용으로 리튬 황 전지라는 가벼운 것을 해 보려고 하고 있습니다.

저희는 모든 기술을 안에서 개발을 했어요. 그래서 정말 오래 걸렸고 힘들었는데, 지금은 가능하면 바깥에 있는 기술은 잘 가져오려고 굉장히 노력을 하고 있습니다.

남의 특허도 사기도 하고, 가서 돈을 주고 기술개발도 시키기도 하고, 같이 합작을 하기도 하는 활동들을 굉장히 열심히 하고 있습니다.

요새 들어서 배터리에 대해서 리사이클 얘기, 배터리 순환에 대한 이야기들을 많이 하고 있어요. 자원이 모자랄 거다 라는 생각을 하는 거죠. ‘리튬, 니켈, 코발트 이런 광물들이 모자랄 거예요.’ 이런 얘기를 합니다.

제가 초등학교 다닐 때 항상 우리가 이야기하던 게 ‘석유는 10년 지나면 없습니다.’ ‘석유는 30년 지나면 없습니다.’라는 얘기를 항상 했어요. 요새는 아무도 안 하더라고요.

그때 기술로, 그때 그 사람들이 알고 있는 양으로 치면 10년 뒤에 없어지는 거예요.

리튬이온 전지가 갑자기 뜨니까 온 데 사방에서 리튬이온이 발견되고 있어요.

과거에는 남미에 있는 칠레나 볼리비아나 여기밖에 없는 줄 알았어요. 거의 다 ‘거기밖에 없어.’ 이런 얘기였고, 미국에도 좀 있지만, 그러면서 사람들이 다들 거기서 리튬을 사다 썼는데 리튬 값이 점점 올라가니까 갑자기 중국의 리튬이 막 쏟아져 나옵니다.

요새 리튬이 제일 많은 데는 호주예요. 얼마 전에는 짐바브웨에서도 나왔다고 그러더라고요. 온 나라에서, 인도도 있었던가요? 온 데에서 리튬이 다 나옵니다.

차이는 뭡까요?

옛날에는 리튬이 8불 정도였어요. kg당 8불, 7불. 그러니까 채굴을 할 수 있는 리튬은 제한적이에요.

그런데 지금 리튬 값이 30불 정도예요. 60불까지 올라갔어요.

30불이 되면 20불 주고 파도 되는 거예요. 그러니까 쓸 수 있는 리튬이 확 늘어납니다. 기름도 똑같거든요.

기름이 오일쇼크 이전에 수 달러 하던 시절에 팔 수 있는 기름하고, 100달러까지 올라갔을 때 내가 파낼 수 있는 기름의 종류가 달라져요.

세일가스라는 것도 그래서 성공했다가 싹 망했잖아요. 기름값 떨어지니까 세일가스가 안 되는 거예요. 기름값이 한 80불, 60불 되면 세일가스 경쟁력이 있었는데, 기름값이 그 밑으로 떨어져버리면 내가 파는 걸로 그게 경쟁력이 안 생겨요.

마찬가지로 일단 하나는 리튬이 모자라지는 않을 것 같아요.

니켈나 코발트는 얘기가 조금 달라요.

니켈이나 코발트는 모자랄 수도 있어요. 특히 코발트는 특정 지역에, 콩고라는 나라에서 많이 나는 바람에, 거기가 아동 노동 문제 때문에, 인권 문제 때문에 ESG 차원에서 못 쓰게 합니다.

그래서 재활용에 대한 얘기가 계속 나오는데, 재활용이 앞으로 정말 어떻게 될 거냐는 사람들이 굉장히 장밋빛으로 보시는 분들이 계시고, 저는 신문지상에 나온 얘기하고 다른 얘기를 드리면, 저는 약간 시간도 오래 걸리고 재활용이 굉장히 쉽지 않을 수도 있겠구나 라는 생각을 하고는 있습니다.

일단 기본적인 컨셉은 당연히 우리가 Raw material, 그러니까 처음에 한 번은 땅에서 파야 되겠죠. 리튬, 코발트, 니켈 이런 것들 땅에서 파냅니다.

그다음에 애를 가지고 전지에 들어가는 것들을 만들고 나면 개를 가지고 전지로 쓰고, 다 쓰고 난 전지들을 Reuse를 하거나 리사이클해서 다시 또 재료를 만들겠습니다 라는 게 클로즈 루프로 돌아가는 순환경제인 거죠. 가장 심플한 순환경제.

그래서 전지를 만드는 데 들어가는 에너지도 전부 다 친환경 에너지를 쓰겠습니다 라는 이야기를 하고 있는 거고요.

현실적으로는 드리고 싶은 얘기는 뭐냐 하면, 일단 리사이클하는 공정이 아직까지는 굉장히 환경오염적인 공정입니다. 아직까지는.

앞으로는 뭐가 발견될지 모르지만 다 황산을 써야 되고요. 황산에 녹여내는 거예요.

방법이 다른 게 없어요. 그냥 애를 잘게 부셔서 황산에 녹여서, 화학실험 할 때 보면 산에 녹아 있는 애한테 다른 걸 집어넣으면 떨어지잖아요, 염기를 넣고 나면. 떨어트려서 잘 걸러내서, 이게 기본적인 리사이클 방법이에요.

아직까지 새로운 방법이 나오지 못한 것 같습니다. 아직까지는.

그러니까 굉장한 양의 산을 쓰고, 물론 다 중화처리하고 다 해서 환경영향 없습니다 라고 얘기하시는 분들은 그 산업을 하시는 분들이예요.

그런데 그렇지 않은 분들은 그것을 잘 몰라요.

하나는 그게 아직은 조금 어려움이 있고요.

그다음에 두 번째는 자동차 리사이클을, 아까 차 시장이 17%, 50%, 80% 이렇게 늘어난다고 그랬잖아요.

그러면 신문지상에서 얘기하시는 분들 말을 그대로 들어서 ‘10년 뒤에 배터리를 리사이클 할 수 있어요.’라고 얘기하면, 지금 리사이클 하려면 10년 전에 만든 배터리가 필요해요. 10년 전에는요, 1%도 안 팔렸어요.

그럼 30년이 됐을 때 리사이클 하려면 20년에 만든 차의 배터리 재료가 필요해요.

아까 봤죠? 10% 정도, 5% 정도 팔렸어요, ’20년도에.

그런데 나는 50%를 만들어야 돼요. 없습니다. 리사이클 할 재료가 없어요. 배터리가 없어요.

그런데 그다음 얘기를 할게요.

여러분, 자동차 수명이 얼마쯤 될 것 같으세요?

제가 소렌토를 탈 때 ’15년에 25만km 타고 서울시에서 배기가스 규제하시면서 보조금 줘 가지고 폐차했습니다. 제 나름대로 쓰기에는 멀쩡했는데. 기름만 좀 많이 들어가고.

지금 차는요, 10년에 망가지는 차는 하나도 없습니다.

얼마 전에 테슬라가 기사 낸 것 보셨어요?

‘20만km를 탔는데 5% 정도 퇴화됐습니다.’ 이렇게 나와요.

그전에 GM에서 앞에 나왔던 볼트라는 차를 30만km를 탄 사람이 있는데 ‘여전히 처음하고 똑같습니다.’ 이런 기사도 있었어요.

배터리가 생각보다 오래 갑니다. 저 배터리 안 망가져요 저희 만들 때 지나치게 오래 가게 만들어놨어요.

그래서 제가 보기엔 차가 망가지기 전엔 폐배터리 나오지 않습니다. 그러면 10년이 아니라 15년을 기다려야 될 것 같아요.

지금 많은 분들이 돈이 될 것처럼 달려들고 계신데 실제로 돈이 되는 시기는 그 정도 될 것 같습니다.

Reuse는 또 다른 어려움이 있어요.

Reuse의 제일 큰 어려움은 가격이에요.

‘10년 전에 배터리 가격은 얼마였을까요?’ 이렇게 물어보면 지금 가격의 3배, 4배 정도 했어요.

그럼 10년이 지났습니다. 물론 지금부터 배터리가 앞으로 3분의 1로 떨어지진 않아요. 광물 가격 때문에 떨어지진 않지만 10년 전 것을 일단 얘기하면, 새 것을 사면 내가 100원 주고 사고, 중고를 사면 200원 주고 사야 돼요.

누가 중고를 살까요?

그게 하나가 굉장히 심각한 Reuse에 대한 문제예요.

지금도 배터리 값은 계속 떨어집니다. 새 거가 경쟁을 계속 하면서 나와요.

여러분 중고를 사시는 이유를 잘 한번 생각해 보면 첫 번째, 새 거가 없으면 중고 살 수 있어요.

‘내가 잠깐 쓰고 말 거야.’ 그럼 또 중고 살 수 있어요.

‘내가 이거 쓰고 맞는지 틀린지 확인해 보고 새 거 살 거야.’ 이런 사람들이 사지, ‘나는 앞으로 평생 쪽 잘 쓸 거야.’ 하는데 중고 사는 분들은 그렇게 많지 않습니다.

그래서 중고시장이 과연 어디에 어떻게 갈 것이냐, 실제로 시장이 어떻게 발전할 것이냐를 사람마다 좀 다르게 보고 있습니다.

그럼에도 불구하고 리사이클은 해야만 되고 Reuse할 것은 방법을 찾아야만 되기 때문에 지금부터 저희를 비롯해서 모든 분들이 굉장한 스퍼디를 하고 있어요.

아마 당장 시장은 가시적으로 나오는 것은 5년, 10년 안에 쉽지 않을지 모르겠지만, 한번 시장이 만들어지기 시작하면 저 생태계도 얼마큼 성장하겠어요. 생각해 보세요.

5년 뒤에는 전 세계 시장의 1%, 우리 5년 전 배터리가 1%라고 칩시다. 그 1%를 갖고 장사하는 사람이었는데, 앞으로 15년 뒤가 되면 우리가 5년 뒤에 판 배터리를 갖고 장

사하는 사람일 테니까 그 시장은 다시 10배, 그때부터 10배 이상 커지는 시장이 될 거예요.

그러니까 전기자동차보다 소위 말하는 티핑 포인트라고 갑자기 시장이 커지는 포인트가 한 5년, 10년 뒤에 있을 뿐이지, 시장은 엄청나게 커질 시장이 됩니다.

마지막으로 저희 회사 얘기 한 1~2분 하고 끝내면, 저희가 할 수 있는 게 뭡까요?

‘중국 애들하고 앞으로 후발주자들하고 해서 이길 수 있는 게 뭡까?’ 하는 게 기술밖에 없어요.

그래서 저희가 만날 신문지상에 ‘특허가 몇 건이에요.’ 이렇게 나옵니다.

지금 2022년 12월 31일 기준 그러는데, 얼마 전에 저와 이야기한 특허센터장님 얘기 들어보니까 3만 건이 넘었다고 하시더라고요. 전 세계 종류별로 따지면.

CATL이라는 아까 그 회사는 9천 건 정도 있어요. CATL 특허의 3분의 2는 중국 특허예요. 해외 특허가 없어요. 사실은 CATL이 밖에 나와서 아주 열심히 하기에는 큰 리스크를 가지고 있습니다. 특허가 없어요.

그래서 우리는 지속적으로 특허 기술 발굴을 해야 되고, 그러기 위해서는 R&D 투자를 하고 사람을 뽑고 하는 일은 끊임없이 합니다.

사실 제가 있는 CTO 산하는 T/O가 없어요. 저희는 그냥 좋은 사람 있으면 얼마든지 뽑아도 되는 조직입니다. 어느 회사든지 ‘당신 팀은 올해 10명 더 뽑아도 됩니다.’ ‘당신 팀은 2명만 더 뽑아야 됩니다.’ 얘기가 있는데, 저희의 기술개발하는 팀들은 T/O가 없습니다.

현재 저희 연구 조직은 여러 개가 있고, 지금 간단하게 말씀드릴 건 특별히 없을 것 같고, 지금 서울에 크게 연구소를 더 지을 거고, 마곡에도 연구소가 있고, 지금 서울에도 한 500명 정도 기계나 전기공학하신 분들이 모여서 일하고 있는 곳이 있어요. 양재동 코스트코 바로 옆에가 길 건너면 과천인 걸 아시는지 모르겠는데 행정구역상 과천이에요. 과천에 연구소가 하나 있고 그다음 메인 연구소는 대전에 있습니다. 그래서 실제로 큰일을 하는 것들은 대전에서 이루어질 거예요.

이렇게 해서 제가 시간을 조금 더 쓰긴 했는데, 전지에 대해서 제가 그냥 큰 그림에서 흘러가는 이야기를 여러분들에게 드렸습니다.

제가 여태까지 세미나를 많이 가봤는데 한 분도 안 주무시는 세미나는 오늘 제가 처음 본 것 같습니다.

교수님들도 주무시는데, 하여간 안 주무시고 끝까지 들어주셔서 너무 감사합니다.

(박수)

○ 사회 김서현

‘전기차 배터리, 오늘과 내일’이라는 주제로 기업가의 관점에서 앞으로의 발전 전망을 면밀히 분석해 주신 연사님께 다시 한 번 감사의 뜻으로 큰 박수로 한번 마무리해 보겠습니다.

(박수)

평소에 접하기 어려운 내용이라서 조금 더 관심 있게 들었던 것 같은데요. 이번에도 역시 질문이 많이 올라와 있습니다.

역시 관심 있으신 질문이 있다면 피죤홀에서 마찬가지로 추천 눌러주시면 되시고요.

혹시 이중에 질문이 없다 하시는 분도 이어서 올려주시면 되겠습니다.

그러면 질의응답을 한번 진행해 보겠습니다.

첫 번째 질문부터 편 해 주시면 감사하겠습니다.

이운선 님, 손 한번 들어주실 수 있을까요?

마이크 전달 드리겠습니다.

○ 청중 이운서

부사장님의 좋은 강연 들을 수 있어서 영광이었습니다.

성균관대학교 기계공학부 이운서라고 합니다.

지금 현재 중국 전기차 시장에서 충전식 배터리뿐만 아니라 교체형 배터리 방식이 점유율이 높아지고 있는 것으로 알고 있는데, 이 방식의 장점이 3분 정도의 시간 만에 완충된 배터리로 교체할 수 있는 장점을 가지고 있는 것으로 알고 있습니다. 그랬을 때 내장형 배터리와 교체형 배터리를 개발할 때 조금씩 목표로 하는 기술적 차이가 있을 것 같은데 관련 부분에 대해서 말씀 주실 수 있으신지 궁금합니다.

○ 연사 신영준

일단 크게 보면 내장형으로 만드는 게 효율적으로는 더 좋습니다.

핸드폰을 생각하시면 돼요.

핸드폰이 몇 년 전까지, 몇 년 전인가요? 벌써 꽤 된 것 같네요. 10년은 된 것 같네요.
전부 다 교체형이었죠. 내장형이라는 게 없었어요.

그런데 어느 순간에 애플이 제일 먼저 내장형으로 딱 바꾸고 난 다음에 전부 다 내장형으로 바뀌었습니다.

왜 바뀌었을까요?

그때도 당연히 교체를 하면 몇 초 만에 나는 만충 배터리로 바꿀 수 있고 그랬는데, 제일 큰 것은 첫 번째는 디자인이었어요. 일단 그 얘기를 먼저 할게요. 디자인이었어요. 애플이 내장형으로 바꾸니까 핸드폰 디자인이 깔끔해지는 거예요.

배터리를 교체용으로 하려면 딱 배터리가 들어갈 수 있는 네모난 자리를 항상 비워놔야 돼요. 설계하시는 분들이 배터리 자리 제일 먼저 주고 설계를 시작해야 됩니다.

그런데 지금은 어떻게 하나면, 여러분 애플 폰을 뜯으면, LG 배터리는 네모난 게 아니라 ‘L’자 배터리가 들어 있어요. 그 안에 제일 두꺼운 게 카메라예요.

예를 들자면 카메라가 댁스가 제일 큼니다. 카메라 위치는 줍요. 그다음에 마이크로프로세스 몇 개를 주고 난 다음에 배터리를 갈 때 보니까 ‘L’자밖에 안 남는 거예요.

그런데 그것을 만들어준 거예요.

그게 되면 일체형이 디자인에서는 무조건 유리합니다. 효율도 유리합니다.

그런데 휴대전화는 충전하는데 10분이 걸리든, 우리가 충전기 다 주머니에 갖고 계시면 되고 보조 배터리가 있든 별로 부담, - 처음에는 불편함이 있었어요. 처음에 내장형으로 바뀌었을 때 사람이 조금 불편했는데 지금 불편해 하시는 분 거의 없습니다.

시간 나면 그냥 충전기 꽂고 사는 거죠.

그런데 자동차는 그 충전이 안 되는 거잖아요. 아무데서나 충전할 수가 없는 거예요.

그러니까 교체형이라는 니즈가 나왔고, 지금 중국이 하기 이전에 ‘더 프로젝트 베타 플 레이스’라는 데들이 했었는데, 그래서 우리나라에 최초에는 르노에서 만들었던 SM3라는 차는 교체형 배터리가 들어 있어요.

그렇게 만들어졌었는데, 교체형이 어려운 점이 몇 개가 있어요.

하나는 디자인 얘기를 했어요. 디자인을 했는데, 핸드폰 배터리 디자인이 똑같은 회사가 어디 있을까요? 아무도 없습니다. 1mm라도 다 달라요.

그럼 자동차 배터리가 똑같을 수 있을까요?

현대차하고 기아차 정도 똑같이 할까요? 하면 그럴 수 있을지 모르겠어요. 현대·기아차

정도라면.

그런데 현대차에서 만드는 걸 ‘GM에서 갖다 쓰세요.’ 그러면 GM 애들이 ‘너무 좋아. 나도 그걸로 할게.’ 안 합니다. 그렇죠?

중국만 가능해요. 중국에, 죄송합니다. 제가 중국에 대해서 자꾸 폄하하는 것 같은데 혹시 중국분 계시면 먼저 사과드리고, 중국만 가능하다는 것은 힘을 누가 가지고 있느냐에 따라 다릅니다.

힘을 가지고 있는 리오라는 회사가 시작을 했고, CATL이라는 회사가 해요.

그러니까 몇몇 회사가 힘을 갖고 있는 회사가 모이면 나머지 따라오는 애들이 따라올 수 있는 거예요.

어쨌든 그게 하나가 걸림돌입니다.

과연 이게 다양한 자동차 회사들 사이에서 표준화가 가능할까?

효율은 떨어질 수밖에 없어요. 안정적으로 박스를 만들고 개가 들어갔다 나왔다 할 때 해야 되고, 어려운 게 뭐냐면 여러분, 플러그 꽂는 단자도 집에 있는 단자를 벽에 콘센트에 플러그를 계속 꽂았다 뺐다 하면 사실 플러그 망가집니다.

그런데 전기차도 계속 포스트를 꺾다 뺐다 하면 거기 부분이 녹이 슬고 망가질 수밖에 없어요, 사실은. 그런 기술적인 어려움은 있는 거고요.

또 정서적인 어려움은, 내가 새 차를 샀는데 만충이 돼서 배터리를 바꾸러 갔어요.

그럼 거기 들어가는 배터리는 현 배터리가 들어갑니다.

그러니까 차 값에 3분의 1 정도가 배터리 값인데, 그러니까 재는 리스를 해야 돼요.

배터리를 자기가 아니라 배터리 충전하는 회사가 가지고 있어야 돼요. 그러니까 그 회사가 엄청난 자본이 필요해요.

그러니까 그런 사업적인 부분들을 쭉 보면 아직까지는 중국에서 될 것 같고, 다만 여러분들이 돌아다니시다 보면 편의점에 스쿠터용 교환식 배터리 스테이션들을 보실 수 있어요. 이마트24나 요새는 공중전화 박스에도 있던데 우리나라에는 지금 3개 회사 정도가 교체식 서비스를 합니다.

그러니까 스쿠터 같은 경우는 내가 배터리를 소유 안 해도 할 만큼, 배터리 카가 아주 비싸지 않기 때문에 일단 하고 있고, 얼마 전에 우리나라 표준이 정해졌대요.

우리나라에서는 앞으로 이렇게 배터리를 만드셔야 보조금을 드립니다.

그게 가능한 이유는, 배터리 사이즈가 조금 달라도 아주 크지 않아서 디자인을 하는 데

큰 지장이 없는 거예요.

그런데 차는 그게 많이 다른 부분이 있어서 그래서 일단은 그렇게 생각하고 있고, 교환식은 나름대로 제한적으로, 특히나 저는 우리나라도 택배기사님들은 언젠가는 다 교환식 차량을 쓰지 않을까 싶어요. 그분들은 시간이 돈이거든요.

그런데 그분들이 대란이, 얼마 전에 기사를 찾아보시면 충전 대란이 다 포터 때문에 있었습니다. 그 사람들 충전한다고 하기가 되게 어렵습니다.

그런데 또 택배는 나름대로 돌아다니는 길이 정해져 있어서 만약 그 길 안에 물류센터 같은 게 있다면 자연스럽게 할 수도 있을 것 같아요.

그래서 개인적인 생각으로는 ‘상업용 차량에는 교환식 배터리가 갈 것 같다. 그것은 우리나라에도 기회가 있지 않을까.’ 이런 생각을 하고 있고, ‘택시, 어쩌면 가능할지도 모르겠다.’ 이런 생각을 하는데, ‘일반인들이 쓰는 차량에서는 그렇게 쉽지만은 않을 것 같다.’ 이렇게 생각을 하고 있습니다.

답이 됐는지 모르겠습니다.

(박수)

○ 사회 김서현

굉장히 많은 고려사항이 있군요.

그러면 다음 질문으로 또 넘어가보겠습니다.

박혜빈 님, 어디 계신지 손 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 박혜빈

안녕하세요 건국대학교 화학공학부에 재학 중인 박혜빈입니다.

먼저 강연 정말 잘 들었다는 말씀 전해 드리고 싶고요.

저는 아까 말씀해 주셨던 것처럼 폐배터리 관련 분야에 관심이 있는데요. 아까 부사장님께서 현재 폐배터리가 많이 발생하지 않아서 그 부분에 대한 연구가 많이 진행되지 않았다고 말씀해 주셨는데, 저는 조금 다른 부분에 초점을 맞춰서 현재까지 고민을 해왔습니다.

에너지 솔루션에서도 다른 배터리 3사에서도 지금 수율이 70~80% 정도 되는 것으로 알고 있는데, 이 과정에서 발생하는 불량품에서는 앞서 교수님이 말씀해 주셨던 것처럼

다시 재사용해서 ESS에도 사용할 수 없고 그냥 일반적인 폐기물로 처리가 되는 것으로 알고 있는데 이 부분을 해결하기 위해서 기업에서 어떤 스탠스를 취하고 있는지, 수율을 높이기 위해서는 어떤 연구들이 필요한지 여쭙보고 싶습니다.

○ 연사 신영준

일단 수율은, 그냥 듣고 잊어버리세요. 한 96~97% 정도 됩니다. 그 정도 안 되면 돈을 벌 수 없어요.

에스케이온이 지금 고생을 하고 계신 이유가 제품이 나빠서가 아니고, 새로운 일을 하시다 보니까 아직 수율을 못 내서 그래요. 그러니까 남들이 생각하시는 것보다 수율은 높습니다. 저희들 그 정도 안 나오면 장사하기 어렵습니다. 왜냐하면 1%가 그대로 돈이잖아요. 쉽지 않고요. 그럼에도 불구하고 거기서 나오는 불량은 전부 다 지금 리사이클하는 곳으로 가고 있습니다. 이미. 이미 저희가 만들어진 중간에 나온 불량품들은 다 리사이클 업체로 가요. 그래서 지금 리사이클 회사들이 전부 다 배터리 회사에 줄 서 있어요. 왜냐하면 폐배터리를 받을 수 있는 데는 배터리 회사밖에 없어요. 공장에서 나오는 불량 말고는 지금 대량으로 물건을 받을 수 있는 데가 없습니다.

그래서 상당한 업체들과 함께 저희들이 지금 리사이클 스테디를 하는 것은 저희 재료, 저희가 불량 난 것들을 주면서 개를 리사이클하는 것을 가지고 지금 스테디를 많이 하고 있어요.

저희가 공장을 지으면 그래서 항상 그 근처에서 리사이클 할 수 있는 업체를 찾아요.

왜냐하면 공장에 나오는 2%, 3%라도 저희 돈 받고 팔거든요. 폐기물로 그냥 주는 게 아니라 돈 받고 팔아야 되고, 나중에 그것을 가지고 저희한테도 베네핏이 돌아오게 하려면 저희와 협력하는 회사가 있어야 되기 때문에 그런 것을 항상 같이 고민하면서 공장을 짓고 있습니다. 그래서 생각하시는 것보다 수율은 저희는 좀 좋고요. 그다음에 이미 그 재료들은 전부 다 리사이클하는 용도로 사용되고 있습니다.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

이어서 세 번째 질문으로 넘어가 보겠습니다. 이송 님, 손 한번 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 이송

안녕하세요. 중앙대학교 기계공학부 재학 중인 이송이라고 합니다.

먼저 좋은 강의 감사드리고요. 현재 대한민국 산업의 큰 부분을 차지하는 기업의 부사장을 맡고 계시는데 굉장히 높은 자리인 만큼 부담감도 크실 거라고 생각이 듭니다.

그래서 그 직책을 맡으시면서 꼭 이루고 싶은 목표나 느끼시는 책임감이 있으신지 궁금합니다.

○ 연사 신영준

책임감이 없다 그러면 거짓말이겠죠. 부담이 없다고 그래도 거짓말일 겁니다.

제가 하고 싶은 것은, 사실 제가 할 수 있는 건 별로 없어요.

그런데 일을 할 수 있는 사람들은 굉장히 많이 있습니다. 생각보다 그런데 그분들이 생각이 자유롭지 못합니다.

여러분들은 ‘아, 나는 굉장히 자유로워요.’ 이렇게 생각하시겠죠.

그런데 회사에서 보니까 여러분들 또래, 여러분들보다 조금 선배 되시는 분들이 오셨는데 생각보다 생각이 자유롭지 못해요.

그래서 제가 하고 싶은 일은, 그분들 생각이 자유롭게 만들어드리는 일을 하고 싶어요. 적어도 엔솔에 오시면 하고 싶은 일 할 수 있습니다. 그게 제 꿈이기도 하고 저희가 추구하는 R&D 방향이기도 해요.

제 머리 속에서 나오는 걸로 도대체 얼마나 일을 할 수 있겠습니까.

제가 리더들한테 항상 하는 얘기가 있어요. “당신이 2배 똑똑해.” 2배 똑똑하면 두 사람 못 할 수 있는 거예요, 두 사람 뭣.

10배 똑똑할 리가 없어요. 사실은 2배 똑똑할 리도 없습니다. 사실은 한 15% 정도, 20% 정도 똑똑할 거예요, 리더 된 사람들이. 그러면 자기가 할 수 있는 일은 1.5배 밖에 안 돼요.

그런데 왜 1.5배를 하려고 그 난리를 치냐고 그래요. ‘당신 밑에 같이 일하는 사람이 100이 아니라 80밖에 못 한다고 치자. 그 사람 10명 있으면 800의 역할을 할 수 있는데 왜 당신은 자기가 하려고 하면서 15%, 20% 더 하려고 노력합니까? 그러면서 스트레스 혼자 다 받고 있고.’

그래서 저와 일하고 싶으신 분, 저희와 와서 일을 하게 되면 제가, 적어도 제가 있는 동안 그거 하고 싶은 거예요. ‘나는 당신이 갖고 있는 80을 100으로, 150으로 만들어주는 게 제 역할인 것이고, 그 갖고 있는 80이든 100이든 갖고 있는 만큼 쓰십시오.’

물론 다 쓸 수는 없어요. 우리도 규율이 있고 회사라는 게 사람이 수만 명이 모여 있으니 생각이 다들 달라서 아무렇게나 할 수는 없는 건 있지만, 그럼에도 불구하고 자유로운 생각을 하고 생각한 것을 구현해 보고 구현한 것에서 다음 생각을 할 수 있는 것을 만들어드리면, 적어도 여러분들이 100이라는 역량 중에 20~30 정도는 자기 마음대로 할 수 있는 것을 하게 했으면 좋겠다는 겁니다.

그 이유로 수업을 기르고 다닙니다. 아무것도 아닌 것 같죠?

대기업에 수업 기르고 다니는 사람이 별로 없어요. 저도 수업 깎으라는 얘기 만날 듣습니다.

그런데 불편해요. 수업 기르고 다니는 것 편하지 않습니다. 그럼에도 불구하고 기르는 이유는 ‘어? 이래도 되는구나. 우리는 다 똑같은 걸 해야 되는구나 라고 생각하지 말자.’라는 게 제 생각이에요.

그러니까 여러분이 어디 가서 일하시든 간에 여러분이 갖고 있는 특권이기도 하고 여러분이 갖고 있는 뭐라 그러죠, 남들이 없는 장점이기도 한 거예요.

언젠가는 다 자유는 없어집니다. 생각의 자유는, 그게 자유로운 생각 할 수 있을 때나 자유로운 생각을 하는 것이지, 나이가 들고 주변에 소위 말하는 바운더리 컨디션이 막 생기게 되면, 내가 아는 게 너무 많으면 그때부터는 자유라는 게 없어요. ‘아, 이렇게 해도 안 되는구나.’ ‘아, 저렇게 해도 안 됐지.’ ‘아, 이걸 됐지.’ 이걸 내가 많이 경험하면 그때부터는 과거에 된 것만 하게 돼 있어요. 저는 이미 그 나이가 됐습니다.

그런데 여러분들은 안 된 경험도 된 경험도 저보다 적을 것 아니에요. 그러니까 그 경험을 지금 막 하셔야 돼요.

그랬으면 좋겠고, 그게 저는 제가 회사에서 할 수만 있다면 제가 언제 은퇴를 하더라도 큰일을 하고 회사를 은퇴했다고 생각을 합니다.

예, 그렇습니다.

○ 사회 김서현

너무 도움이 되는 좋은 말씀 해 주셔서 감사합니다.

이어서 네 번째 질문으로 넘어가 보겠습니다.

김지혁 님, 손 한번 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 김지혁

안녕하세요. 연세대학교 화공생명공학과 재학 중인 김지혁입니다.

먼저 질문 드리기에 앞서서 좋은 강연 감사드립니다 말씀드리고 싶고, 제가 여쭙고 싶은 질문은, 사실 요즘 영미권에서 IRA나 CRMA 같은 여러 가지 그런 것들이 시행이 되고 있고, 아니면 아까 말씀 주셨던 콩고에서의 광물 수급 문제 같은 것 때문에 배터리리에 사용되는 여러 가지 희토류 광물, 코발트나 그런 것들이 단가가 많이 올라가서 실제로 우리나라 기업에서는 NMX 계열의 코발트 프리 양극재도 개발을 하고 있다고 들었고, **황** 양극재나 아니면 실리콘 **음**극재 같은 것도 많이 주목을 하고 있다고 들었는데, 혹시 시장에서, 그리고 어떻게 보면 또 미국하고 중국에서 많이 의존을 받는 상황에서 ‘우리나라 기업이 어떤 방향으로 나아가야 할까.’ 그런 의견을 혹시 나눠주실 수 있으면 부탁드립니다.

○ 연사 신영준

질문이 너무 어렵네요.

하나는, 일단 제가 정치인도 아니고 그냥 엔지니어로서 이야기를 하면, 그냥 첫 번째는 우리가 하는 일을 해야 됩니다. 우리가 할 일을 눈치 보기 이전에 우리가 해야 될 일을 해야 하는 것 같아요.

저희가 잘해야 되는 것은 제대로 된 배터리를 만들고 그 배터리, 아까 말씀드렸던 크게 앞으로는 진화를 이렇게 할 겁니다 라고 생각했던 방향에 맞는 배터리를 만드는 게 첫 번째, 그리고 나면 자연스럽게 우리 것을 쓸 방법들을 그들이 생각하게 만들어야 되는 데 우리는 지금 그들에 맞춰서 뭘 하려고 하니까 사실 좀 어렵습니다.

그래서 일단 저희는 그렇게 하려고 생각하고 있고, 사실 세상이 거기에 맞춰서 다른 다양한 일들을 하고 있어요. 소디움 전지라고, 요새는 소디움이라고 다들 배운다고 들었어요. 그러니까 나트륨 전지라고 이야기하는, 리튬 대신에 조금 더 가격이 싸고 광물을 구하기 쉬운 것을 사용한다든지, 아니면 지금 말한 코발트가 인권 문제가 있으니 코발트가 안 들어간 걸 하겠다고 한다든지 이런 것들은 하고 있는데 사실 그 재료들이 아직까지는 지금 재료를 대체할 만한 퍼포먼스가 나오지 않고 있어서 ‘대체가 언제 될 것 이냐.’는 어려움을 겪고 있습니다.

그럼에도 불구하고 우리가 과거에 안 될 거라고 생각했던 것들이 시간이 지나면 되잖아요.

제가 그런 관점에서 영화감독님만큼 대단하신 분들이, 영화 작가 감독님들이 생각하시

는 10년 전, 20년 전에 그분들이 상상했던 일이 지금 이루어지는 것 같아요.

‘아마 지금 우리가 극장에서 보고 있는 일들이 어쩌면 20년 뒤에, 30년 뒤에 정말 현실이 되지 않을까.’ 이런 생각이 들 정도로 놀라운 상상력들을 갖고 계신데, 그러니까 우리가 뒤에 어떻게 될지는 잘 모르기 때문에 지금 안 되는 기술이라고 하더라도 꾸준히 연구하는 수밖에 없을 것 같아요.

일단은 지금 그렇게 가고 있고요. 중국하고 미국 사이에서는 줄타기를 잘 하려고 고생을 하고 있습니다. 절대 떨어지면 안 됩니다. 떨어지면 다시는 올라올 수 없습니다.

그래서 양쪽을 잘 타고 있고, 중국의 재료를 안 쓰고 지금 전지를 만들기는 아직 어렵기 때문에 중국하고도 잘 지내야 되고, 그리고 미국에서 지금 이야기하거나 유럽에서 하는 것처럼 현지화를 시키기 위한 노력들, 어느 누구보다도 열심히 하고 있는 상황입니다.

그렇습니다.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

이어서 다음 질문으로 넘어가 보겠습니다.

이태희 님, 어디 계신지 손 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 이태희

안녕하세요. 좋은 강연해 주셔서 너무 감사드립니다.

저는 연사님께서 마지막 부분에 잠깐 언급해 주신 부분에 대해서 궁금한 게 있어서 이렇게 질문을 드리게 되었는데, 기업에서 지금 부사장님을 하고 계시다 보니까 많은 사람들에게 대해서 접하게 될 것 같습니다.

그런데 그중에서 좋은 연구를 하는 그러한 사람들에 대해서도 뭔가 많이 봤을 것 같은데, 그러한 사람들은 어떠한 역량들을 갖고 있었는지, 그리고 **이들이 그것을** 갖기 위해서 어떤 식으로 연습해볼 수 있는지 그런 것들을 들어보고 싶어서 질문 드리게 되었습니다.

○ 연사 신영준

저는 여러분들 또래에 있는 분들을 보면 되게 부러울 때가 많아요. 뭐냐 하면, 여러분

들은 하고 싶으면 하시더라고요.

제가 어렸을 때나 지금의 저는 하고 싶다고 하지 못합니다.

저는 여러분들은 정말로 하고 싶으면 했으면 좋겠어요.

그러니까 생각이 자유로워야 된다고 아까 말씀을 드렸는데 하나만 더 부탁을 드리면, 그 자유로운 생각을 상대방의 언어로 전달할 수 있는 역량이 좀 있으셨으면 좋겠어요. 일을 혼자 하는 사람들은 거의 없습니다.

제가 오늘 여러분들한테 제 생각을 전달하는 거잖아요.

제 생각이 아닌 것도 있습니다만 전달하는 건데, 어느 정도 잘 전달이 됐는지 잘 모르겠지만 여러분들도 앞으로 회사에 가고 또 자기 일을 하시게 되면 뭘 해야 되냐면 내 생각을 상대방의 언어로 전달해서 상대방이 내 말을 믿게끔, 나한테 넘어오게끔 하는 게 여러분이 하셔야 되는 일이에요.

그런데 생각보다 요새 말들을 잘 하시는데 그게 말이 논리가 빠져 있을 때가 있어요.

여러분 생각은 굉장히 잘 정리해서 이야기를 하시는데 연결이 안 되는 거죠.

저희 때는 글쓰기를 하라고 많이 그랬어요.

여러분들이 글을 써보면, 그리고 다시 내가 읽어보면 내 생각의 흐름이, 논리의 흐름이 맞게 적혔는지, 아니면 논리의 비약이 있는지, 아니면 가다가 땀 데로 바뀌었는지 보실 수 있을 거예요.

그런데 요새는 글을 쓰시는지 제가 잘 모르겠지만 어쨌든 제가 할 수 있는 건 여러분들 생각을, 여러분들 토론을 하시든 이런 것을 하실 텐데 여러분의 생각을 자기 언어가 아니고 상대방의 언어로 상대방이 알아들을 수 있게끔 말하는 연습을 하시면 나중에 와서 여러분이 갖고 있는 생각을 회사에서 펼쳐 나가실 때, 그것을 하게 하고 못 하게 하는 분들이 다 여러분 상사일 거거든요. 그분들을 설득할 수 있을 거예요.

그래서 설득 당하지만 하지 마시고, 그러고 억울해하지 말고 여러분이 설득을 잘 했으면 좋겠어요.

그러니까 싸워서 이기라는 얘기가 아니고, 내 생각을 논리적으로 잘 펴고 그 잘 편 생각이 상대방이 잘 알아들을 수 있게 하는 게 우리가 앞으로 계속 해야 되는 일이에요.

그래서 기회가 되신다면 글을 써보셔도 좋고 자기 생각을 친구들과하고 얘기해도 좋고 자연스럽게 처음부터 끝까지 논리적으로 펴는 연습들을 하시면 조금 도움이 되지 않을까 싶습니다.

○ 사회 김서현

말씀 감사합니다.

이어서 김혁진 님, 질문해 주시면 감사하겠습니다.

○ 청중 김혁진

안녕하세요 YIPL 김혁진입니다.

먼저 강의 정말 재미있고 흥미롭게 잘 들었습니다.

제가 생각했을 때 전기차 시장에서 가장 중요한 키워드 중 하나는 충전이라고 생각을 하는데, 지금 현재 우리나라를 예시로 봤을 때 현재 점유율이 5%도 안 되는 상황에서 만약 30%, 50%까지 올라간다고 가정을 했을 때 아파트 단지 내에서 충전소의 개수가 기하급수적으로 늘어야 되는데 그런 인프라 같은 경우에는 단기간에 구축될 수 있는 게 아니라고 생각합니다.

그래서 전기차 시장이 과도기적인 상황을 많이 겪은 다음에 성장을 할 거라고 생각하는데, 아까 CTO님께서 말씀해 주셨을 때는 그런 과도기를 겪는 것이 아니라고 그런 말씀보다는 성장이 계속 기하급수적으로 올라갈 거라고 말씀하셨는데 그 이유가 궁금하고요.

그다음에 만약에 그런 것들은 기업이나 개인의 입장에서는 해결될 수 없는 거기 때문에 차선책을 생각해야 되는데 그럴 때 해결책 중 하나가 휴대용으로 충전할 수 있는 배터리 방안이 될 수 있다고 생각하는데, LG에너지솔루션에서는 그런 관련 개발 동향이 있는지, 아니면 방금 말한 그런 문제점에 대한 방향성이 궁금합니다.

○ 연사 신영준

일단은 저도 비슷한 생각을 하고 있어요.

아까 말씀드렸던 것처럼 ‘50%까지는 갈 것 같은데 그 이상은 못 갈 겁니다.’라고 생각하는 제일 큰 이유가 사실은 충전 관련된 인프라입니다.

전기가 모자라지는 않을 수도 있을 것 같아요. 생각보다 전기라는 게 쓸 때하고 안 쓸 때 차이가 많아서 발전소가 아예 없지는 않아요, 총량으로 치면.

그러니까 전기는 잘 활용하면 되는데 충전에 대한 부분은 굉장히 어려움이 있을 것 같아요. 특히 우리나라는 30%가 넘기도 쉽지 않을 것 같습니다.

한전에 계신 분들하고 얘기하면 서울에는 충전소를 지을 수가 없다고 그러합니다.

전기를 끌어올 수가 없대요. 이미 전기가 다, 여러분들 발전소 지어도 송전소를 못 지어서, 송전탑 못 올려서 전기 못 갖고 오잖아요. 송전탑을 다 지중화하면 된다고 그러지만 지중화하기에는 비용이 어마어마하게 들어갑니다.

그리고 배전을 하는 게 서울 같은 경우 건물이 이미 지어져 있는데 갑작스럽게 내가 아까 말씀드린 것처럼 지금 전기에 2배쯤 되는 전기를 끌어들이려고 하면 공사가 가능하지를 않아요.

그런 것 때문에 도시계획부터 시작해서 앞으로 해야 될 일이 굉장히 많을 것 같습니다.

그래서 개인적으로는 ‘우리나라는 정말 힘들겠구나.’ 하는 생각을 하고 있어요.

그런데 우리나라처럼 이렇게 밀집된 나라들은 쉽지 않을 것 같은데 또 사실은 가보면 이런 나라가 별로 없어요.

오히려 유럽 같은 경우가 열심히 하고 있는데, 유럽들도 굉장히 사람이 많은 동네들은 ‘정말 이게 가능할까?’ 하는 생각을 합니다.

노르웨이가 지금 벌써 80%가 넘었어요.

그런데 그런 데는 가능한 이유가 노르웨이는 전기값이 제일 싼 나라 중에 하나고, 그다음에 사람이 많이 안 살아요. 그래서 충전소를 짓거나 집에서 충전하는 게 어렵지 않습니다.

그런 건 있고, 이동식 충전기에 대한 이야기들은 굉장히 많이 나오고, 이동식 충전기보다 더 많이 나오는 게 뭐냐 하면 ESS하고 연동된 충전기 얘기를 합니다.

그것은 뭐냐 하면 배전을 하는 배전 라인은 이미 포화가 돼 있어도, 우리가 항상 배전 라인을 풀로 쓰는 게 아니기 때문에 안 쓰는 시간에 전기를 미리 끌고 와서 가까운 곳의 배터리에다 가득 채워놓고 그 배터리에 있는 전기를 차에다 넘겨주는 거죠. 물론 거기까지 오는 배전 라인도 쉬운 건 아니지만, 그래서 그런 이야기들은 하고 있습니다.

다만 우리나라는 아직 규제로 충전용, 그러니까 ESS가 주유소하고 같이 있을 수가 없어요. 예를 들자면 이런 식으로 어디 설치할 수 있는 지역들이 다 규제가 있습니다.

여러분들은 모르시겠지만 LP가스, 우리 지금 LPG 차가 있잖아요. LPG 차의 주유소가 경부고속도로에 안성휴게소 하나만 있었던 시절이 있었어요. 그때는 LPG 가스충전소를 짓는 규제가 너무 심한 거예요. 뭐와 얼마 떨어져 있어야 되고, 벽을 얼마나 두껍게 쌓아야 되고, 이런 것을 다 짓고 나면 모든 택시기사들은 도시에서도 끝나고 나면 외곽으

로 가서 충전하고 오셔야 되는 거였어요.

지금은 아무데나 다 있거든요. 아마 전기차 충전도 그런 것과 관련해서 충전용 배터리가 놓을 수 있는 곳이 생기긴 할 거예요.

그런데 휴대용이라고 하는 이동식 충전기는 임시가 아니면 쉽지 않을 수 있어요.

왜냐하면 전기차 하나가 예를 들어서 100kWh 정도가 실리면 트럭에 내가 가득 실어봐야, 배터리 가득 실어봐야 한 500kWh 이렇게 밖에 못 실어요.

그러니까 그것을 들고 가서 충전을 해 주러 몇 대 가서 충전해 주고 오면 자기가 다 바닥나는 거죠. 그러니까 아직은 그러기엔 힘든데, 이머전시용으로 이미 있고 사용하고 있어요. 현대나 이런 몇 군데에서 트럭이나 이런 차를 개조해서 이머전시용으로 쓰고 있고, 또 그런 것을 하려다 보니 V2L이라고 그러잖아요. 그러니까 Vehicle To Load라고 그래서 그 Vehicle To Load가 되는 차들은 휴대용 충전기를 활용해서 남의 차를 충전시켜줄 수 있습니다. 좀 느리기는 해도.

그런 것들을 활용하는 방법은 있지만, 전체적으로 충전은 인프라 문제가 굉장히 심각해질 거고 국가가 고민을, 우리는 아직 한전에 계신 몇몇 분들은 고민하고 계시나, 국가 전체가 고민하지는 않는 것 같아요. 안타깝습니다만.

○ 사회 김서현

답변 감사합니다.

시간관계상 1개에서 2개 정도 더 질문을 받아보려고 하는데요.

우선은 손민지 님, 어디 계신가요? 다음 질문으로 넘어가 보겠습니다.

○ 청중 손민지

안녕하세요. 연세대학교 화공과 재학 중인 손민지라고 합니다.

우선 좋은 강의 정말 감사하고, 또 질문이 약간은 민감할 수 있는 점 미리 사과드리겠습니다.

제가 알기로 에너지솔루션의 사업은 주로 사업체 간 B2B로 진행이 되기 때문에 엔솔이 배터리 회사라는 개인들의 인식이 실적에 비해서는 다른 계열사들과 비교했을 때 조금은 낮다고 생각이 되는데 이에 대해서 회사의 생각이 어떤지, 또 그것을 위한 마케팅 전략이 어떤 것이 있을지 궁금합니다.

○ 연사 신영준

여러분들, 엔솔이 다 배터리 회사인지 아시잖아요.

지금 세상이 이렇게 됐더라고요. 그래서 사실 크게 걱정하진 않습니다.

그런데 몇 년 사이에, 저희 회사에 이런 홍보만 하는 팀이 있는데 인스타그램이든 페이스북이든 링크드인이든 전부 다 우리 소셜 미디어 채널이 있고 열심히 열심히 홍보를 하고 계시더라고요. 오프라인 홍보를 하는 것보다는 온라인 홍보를 요새는 좀 더 많이 하고 있고요.

그런데 정말 다행인 건 하루도 저희 기사가 안 나오는 날이 없어요. 좋은 기사든 나쁜 기사든 기사가 항상 나옵니다. 그러고 있어서 요새는 사실 회사에 대한 홍보는 크게 걱정을 하지 않는 세상이 돼서 다행이라고 생각합니다.

과거에는 저희가 LG화학의 배터리라는 사람들로 있을 때는 정말 사람들이 잘 몰라서, 매출이 그때는 얼마 되지도 않았을 때고 시장에서 그렇게 관심을 받지 않았을 때는 정말 사람 뽑기도 힘들고 사람들하고 커뮤니케이션하기도 힘들었는데, 지금은 그런 문제는 거의 없어졌습니다.

그리고 LG그룹 내에서도 엔솔이 가장 힘이 셉니다. 그래서 저희 별로 크게 걱정하지 않고 그러고 잘 살고 있습니다.

○ 사회 김서현

솔직한 답변 감사합니다.

그럼 마지막 질문으로 YEHS 이준희 님, 손 들어주실 수 있을까요?

○ 청중 이준희

안녕하십니까. YEHS 이준희라고 합니다.

강연은 정말 잘 들었습니다.

주제는 자동차 배터리라고 말씀해 주셨는데, 자동차 배터리 외에도 현대자동차 같은 경우에는 모빌리티 시장을 전체적으로 석권하기 위해서 VTOL이라고 하는 수직 이착륙기를 많이 개발하고 있는데요. 드론 시 정도로 생각을 하시면 될 것 같은데, 이 세그먼트가 제가 생각할 때는 전기자동차는 아무래도 회생제동 같은 것도 있고 해서 생각보다 충·방전의 사이클이 빠르다고 생각하는데, 이 세그먼트는 조금 다르다는 개인적인 생각이 저는 좀 들기도 하거든요.

그러면 배터리를 개발하는, 특히 기술적으로 접근하시는 분 입장에서 여기는 또 어떤 부분을 고려하면 좋을까 라는 것을 여쭙고 싶습니다.

감사합니다.

○ 연사 신영준

일단 저기에 맞는 배터리를 개발하는 건 너무 어렵습니다.

일단 비행체는 정속주행을 하긴 해도 회생제동이라는 게 없어요. 엔진을 끄는 순간 떨어집니다. 그러니까 항상 엔진을 돌리고 있어야 돼요. 모터를 계속 돌리고 있어야 되기 때문에 배터리를 계속 쓸 수밖에 없는 것이고, 그러다 보니 이들이 요구하는 게 뭐냐 하면 일단 에너지가 엄청 커야 돼요.

그런데 에너지가 커지면 못할 건 없는데 무거워져요. 가벼워야 돼요.

그러니까 가벼우면서 에너지가 큰 걸 계속 요구하고 있고, 그런데 거기에 같이 요구하는 게 뭐냐 하면 출력이 굉장히 커야 됩니다.

차는 출력이 언제 제일 많이 필요해요? 그렇게 얘기하면 가속할 때 제일 많이 필요합니다.

그런데 지금 UAM이라고 부르고 있는 비행체들은 착륙할 때 출력이 가장 많이 필요해요. 내려올 때 안정적으로 아주 스테이블하게 내려오기 위해서는 굉장히 많은 에너지가 필요합니다. 출력이 필요합니다. 그러니까 모터 제어를 굉장히 열심히 해야 되는 거예요.

그런데 배터리라는 게 충전이 가득 났을 때는 출력이 굉장히 좋은데, 충전 심도가 떨어져서 다 쓸 때쯤 되면 출력이 떨어집니다. 에너지가 남아 있어도 살살 쓰는 건 쓸 수 있는데 세게 쓰는 건 못 쓰는 거예요.

그러니까 우리가 자동차용으로 100%를 쓴다. 물론 100% 쓰는 사람 아무도 없지만, 저것처럼 서야 되니까 아무도 안 쓰지만 ‘한 70% 정도 씩니다.’라고 얘기를 하면 애는 50%도 못 써요. 마지막 순간에 요구하는 출력 때문에.

그래서 출력이 커야 되고 에너지가 높아야 돼요. 그런데 그 2개가 반대로 갑니다.

저희가 못 하는 게 아니라 출력을 높이면 에너지가 낮아져요. 에너지를 높이면 출력이 낮아집니다.

그래서 지금 있는 전지 기술보다 훨씬 더 가볍고 고출력 기술이 나와야 되는데 아직까지는 눈에 띄는 기술이 없어요.

그래서 저들이 지금 **조비**부터 시작해서, 애들 이름을 다 까먹었네요. 쭉 있는 친구들이

다 시현은 한다고 하고 있으나 사실 상업화하기에는 쉽지 않습니다.

지금 현재 30분 정도 간다고 해요. 30분 정도 가는데 그것 갖고 쉽지 않아요.

그다음에 또 하나가 뭐냐 하면, 그럼 애야말로 교환식을 해야 돼요. 왜냐하면 내렸다가 충전한다고 1시간 있다 갈 순 없잖아요. 내리면 바로 다 채우고 또 다음 출발을 해야 되니까.

그러니까 애야말로 교환식을 해야 되니까 그런 교환을 해야 되고, 그럼 교환을 하고 충전하고 생각해 보면 ‘버티포트’라고 부르는, 지금 애네들이 수직 이착륙을 할 수 있는 장소가 공항하고 똑같아요. 결국에는 다 제약돼 있는 아주 몇 개밖에 못 만들어요.

아무데나 내릴 수 있을 것 같지만 내릴 수는 있어도 뜰 수 없습니다. 배터리가 없어서. 충전이나 교환식을 다 생각해 보면.

그래서 인프라나 이런 것들이 저 시장을 갖추기는 굉장히 어렵습니다.

그다음은 세이프티에 대해서 사람들이 모터가 꺼져도, 헬기도 가끔 떨어지잖아요. 애는 헬기보다 더 떨어질 것 같습니다. 아직까지는 기술적으로.

그런 것들을 생각해 보면 시장이 올 때까지는 좀 걸릴 것 같아요.

아마 화물기 먼저 시작하지 않을까, 개인적으로는 짧은 기간에 화물기 같은 것을 먼저 시작하지 않을까 싶고, 지금 현재는 쓸 수 있는 배터리가 없습니다.

그래서 리튬이온 전지의 일반적인 것들을 그냥 자기네들이 맞춰서 조금 부족해도 쓰고 있어서, 그래서 한 30분 정도밖에 못 나른다고 하고 있는 상황이에요. 현재는 그렇습니다.

그래서 굉장히 어려운 시장이고, 그래서 저희한테 오는 분들한테는 제가 저희 직원들한테 “못 한다고 얘기해라.”라고 하고 있습니다.

하라고 오시는 분들 굉장히 많은데 왜 못 한다고 하나면, 저희가 작년에 매출 25조 정도 했어요. 올해 35조 정도 할 건데, 애는 팔아봐야 한 100억 정도 팔 수 있어요. 그런데 리스크는 너무 커요.

그러니까 지금 안 해도 되기 때문에 저희들이 시장이 성숙될 때까지 조금 기다렸다 하자 라는 차원에서 직접적인 연결은 안 하고 있습니다.

아마 하는 회사들은 다 스타트업들이에요. 배터리 하는 회사들.

상황은 그렇습니다.

○ 사회 김서현

마지막까지 아낌없이 많은 이야기 나눠주셔서 감사합니다.

이번에도 역시 시간이 너무 빠르게 흘러갔는데요. 시간관계상 아쉽게도 질의응답은 여기서 마치도록 하겠습니다.

마지막까지 답변해 주신 부사장님, 그리고 참여해 주신 여러분들 모두 큰 박수를 치며 두 번째 세션 마무리하겠습니다.

(박수)

III. 폐회

○ 사회 김서현

이로써 두 연사님의 세션이 모두 끝났습니다.

오늘 유익한 강연과 양방향 소통이 원활하게 이루어진 덕분에 이번 17회 차세대 테크 리더십 포럼이 성공적으로 진행될 수 있었던 것 같습니다.

감사합니다.

<산회(17:24)>