

100年後のクルマとエネルギー

堀 洋一

■国総研講演会

平成24年12月4日(火)、日本教育会館一ツ橋ホールで開催された、国土交通省国土技術政策総合研究所(国総研)主催による「国総研講演会」において、「100年後のクルマとエネルギー～電気自動車の周辺から～」と題した特別講演をさせていただく機会に恵まれた。土木・建築関係を中心とした民間企業、地方公共団体、関係法人等から800名近い参加があり、大盛況であった。

Fig.1 講演pptの表紙

小生の紹介文は、『昭和30年愛媛県生まれ。昭和58年東京大学大学院博士課程修了(電子工学)。平成20年より現職。専門は制御工学とその産業応用。より効率的な電気自動車の可能性として、道路に埋設された充電装置から「ワイヤレス給電」技術によって蓄電量の少ない「キャパシタ」への走行中の充電を提唱している。』となっており、なかなか的確である。キャパシタは、いきなり「蓄電量が少ない」と言われてしまっているが仕方ない。

過去にこの特別講演を行ったのは、平成13年から平成23年までで、日高敏隆、畑村洋太郎、養老孟司、松井孝典、茂木健一郎、元村有希子、桑子敏雄、曾野綾子、西成活裕、川口淳一郎、片田敏孝といった誰もがご存知の有名人であって、どうしてその次が私になったのか不可解であるが、まことに栄誉なことである。国総研とは、走行中ワイヤレス給電の共同研究を行っており、その関係の研究発表だろうと思って気軽に引き受けていたら、かなり経ってから全体の特別講演だったことがわかった、というのが種明かしである。

実は、「電気自動車への走行中ワイヤレス給電」というあやしげな研究テーマに、国交省の研究所が本腰を入れているということこそ、特筆すべきことなのである。

■100年後のクルマ

100年後のクルマといってもその内容は、いつも述べている『「モーター／キャパシタ／ワイヤレス」で描く未来のクルマ社会』であり、キャパシタフォーラムの会報にも何度も

書かせていただいた内容なので、ここでまた繰り返す愚は避けたいが、講演の最後にエネルギーについて日頃思っていることを述べたので、すこし紹介させていただきたい。

Fig.2 中央分離帯の遮光板をワイヤレス給電の送信アンテナに置き換えられないだろうか？

100年後の世界を語れと言われてすぐ頭に浮かぶのは、先見の人、志田林三郎である。志田は、東大工学部の前進である工部大学校第一回卒業生で、工学博士第1号、電気工学科初代教授でもある。明治21年、榎本武揚を会長に電気学会を設立、その第1回総会で演説を行い、有名な「将来可能となる十余のエレクトロニクス技術予測」を行った。

「高速多重通信」「長距離電力輸送」「高速電気鉄道」など、今日ではその多くが実現している未来が的確に予測されている。たとえば、新橋～桜木町を陸蒸気が走った時代に、将来の鉄道は電気で動くようになるだろう、と述べている。同時期に報知新聞には、100年後には新橋～神戸は2時間半で結ばれるだろうという予測が載っており、その正確さにはただ驚くばかりである。なお、志田は36才の若さでこの世を去っている。昔の人の早熟さに敬服すると同時に、なんとも惜しまれることである。

100年後はもちろん、1,000年後の世界においても、きめの細かい制御ができる「電気」が諸種エネルギーの媒体として重要な役割を担っていることは変わらないであろう。ただ、電気は起こしたらすぐ使うのがベストであり、貯めて使うのは賢くない。電池はだんだん高性能化するだろうが、その容量や寿命には限界がある。たとえば、電気自動車(EV)に搭載して500kmを走らせる電池をあてにした、未来の電力システムがもてはやされているが、電池を頻繁に充放電されてはすぐに寿命がくる。そもそもクルマは大量の電池を積まなくなると、キャパシタがその役割を担うようになるだろう、というような調子で講演を行った。

■太陽光発電と風力発電

太陽光発電や風力発電の大量導入は電力系統の安定性を著しくおびやかす。たくさん作れば平均化されるというのは誤解で、関東地方ぐらいの規模で一斉に日が陰ったり風がやんだりすることは一日に何度もある。

とくに風力発電は問題である。石川さんの講演にもある

3MWの風車はジャンボジェット機位の大きさになり、あまり近接して作ることはできない。実力は稼働率10%をかけて約300kW、しかも同容量の莫大な電池が必要で、電池には寿命の問題もある。これで100万kWの発電機を1台置き換えるには3000台が必要だから1年で整備するには1週間に60ずつ作ることになる。東京電力の20%を置き換えるにはその10倍以上、つまり1週間に600ずつも作り続けなければならない。そんな場所や資材をどうやって用意し、長期間メンテナンスするのか。これは難しいのではなく不可能である。

Fig.3 キャパシタフォーラムで講演いただいた石川憲司さんのpptから

講演に先立つ10月末に、札幌で開催された電気学会主催のモータ技術に関する国際会議 ICEMS に出席した。福島以降の日本のエネルギー政策を踏まえた横山教授(東大電気工学科の同僚)の全体講演は秀逸であった。稚内などに大規模風力発電所群を建設したとして、需要地までの送電が容易ではないという分析も示している。

会議後のテクニカルツアーでは、京極揚水発電所、洞爺湖、伊達町のソーラー発電所を見学した。伊達ソーラー発電所はいわゆるメガソーラーである。同じ敷地内に火力発電所があり、図面で見ると限りほぼ同じ面積を占めている。

Fig.4 伊達ソーラー発電所

Fig.5 巨大なソーラーパネル群

そこで、火力発電と太陽光発電の比較をしてみよう。まず、ほぼ同じ敷地面積に、火力と太陽光があるとすると。(この仮定はあまり正確ではないかも知れないし、周辺施設などを含めると案外妥当かもしれない。)火力発電所は35万kWが2機あるので計70万kW。ただし、ピーク負荷用なので稼働率70%程度として、実質50万kW。一方、太陽光発電所は1MW(設備容量)、すなわち0.1万kWである。太陽光の年間発電量は実績で1,000MWhであり、所期の目標を達成したという。これを1年と1日で割り算して1時間率に直せば、 $1,000\text{MWh} \div 365 \text{日} \div 24 \text{時間} = 0.11\text{MW} = 110\text{kW}$ となり、太陽光発電の稼働率は約10%という、よく言われる数値が出てくることがわかる。ちなみに、100kWというのは電車のモータ1個の消費電力である。

まとめると、① 設備容量で 700 倍の差がある、② 実力は 5,000 倍の差がある、ということになる。太陽光はなんと火力の数千倍の敷地面積が必要なのである。

■桁の違う数字の魔術

続いて見学した京極揚水発電所は、「わずか」60 万 kW の出力である。原子力発電所などが 1 サイトで 500 万 kW というオーダーになることを考えれば、その 1/10 程度にすぎない。(もっとも 60 万 kW でもメガソーラーの 6,000 倍である。)

しかし、その 60 万 kW のために、北海道電力は大工事を行っている。夜間の余剰電力を利用し昼間の負荷平準化に使うため、質のよい電気エネルギーを蓄積できる揚水火力発電所は、たとえ 60 万 kW でもそれだけの価値があるのだから。これを電池でやろうとするとんでもないことになることは、会員諸兄はよくご存知のはずである。

Fig. 6, 7, 8 建設中の京極揚水発電所寸描

こういった簡単な計算は誰にでもできるはずだし、太陽光や風力をやっている人々に話をすると「よく知っています」という。ただ普段の生活になじみのない数字であったり、桁が違っていたりするので、一般の人々は過大な期待をしてしまう。

たとえば、走行中ワイヤレス給電のインフラを作るためには膨大な費用がかかるだろうという人は少なくない。そこでこういう話はどうか。昨年 4 月に 162km が部分開通した新東名高速道路は人件費などすべて含めて 2.6 兆円かかったという。割り算すると 1km あたり 160 億円である。でもこれではピンとこない。1m あたり 1,600 万円です、といえよう。3m も走ればたいいの家は建つ。東京湾アクアラインや最近の地下鉄は 1m あたり 1 億円である。そんなにかかっているなら、道路を作るときに、ワイヤレス給電のアンテナぐらい一緒に作ってしまえばいいではないか。

■100 年後のエネルギー

太陽光や風力には、火力や原子力を「置き換える」力はなく、あくまで補助的なものであることに、「空ばかり見ている」世の人々が気づくのに 20~30 年はかかるだろう。家

の屋根に敷いたり、離島の電力をまかなうのは何も悪いことではないので、誤解のないように願いたい。

では、何が 100 年後のエネルギーを担っているだろうか。諸種多様なエネルギー源のベストミックスになっていることに異論はないが、切り札として、たとえば、高温岩体発電、すなわち、マグマ発電はどうか。空ばかり見ず、地下にある無限のエネルギーに目を向けようではないか。すなわち、地上ならぬ「地下の星」である。地熱発や、ましてや温泉とは桁の違うエネルギーが眠っている。これをなんとか利用できないものか。

同時に見学した有珠山麓洞爺湖畔にある火山科学館を訪れるだけでも、マグマのエネルギーがものすごいものであることを実感できる。

Fig. 9 活発な活動を続ける有珠山
(洞爺湖畔洞爺湖立火山科学館にて)

マグマのエネルギーを安定的に利用するには、適切なサイトの選定技術や高温高圧に耐える材料の開発など、未解決の技術開発が必須であることは承知している。しかし、20 年後のエネルギーではなく、100 年後のエネルギーを考えると、いまからチャレンジする意義は十分にある。そして、100 年後には、人類は事実上無限のエネルギーを手に入れていることを期待したい。

(堀 洋一、東京大学大学院新領域創成科学研究科教授、
キャパシタフォーラム会長)



Fig. 1 講演 ppt の表紙



Fig. 2 中央分離帯のガードレールをワイヤレス給電の送信アンテナに置き換えられないだろうか？



Fig. 3 キャパシタフォーラムで講演いただいた石川憲司さんの ppt から

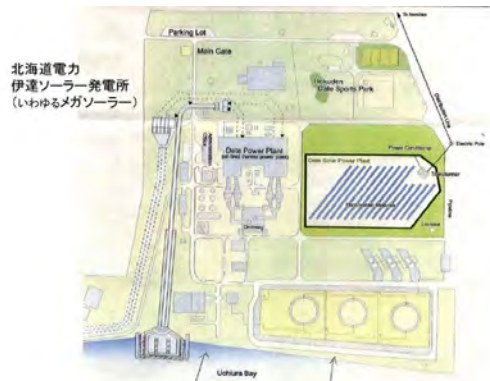


Fig. 4 伊達ソーラー発電所



北海道電力
京極揚水発電所
60万kW
= 600MW



Fig. 9 活発な活動を続ける有珠山（洞爺湖町立火山科学館にて）



Fig. 5 巨大なソーラーパネル群

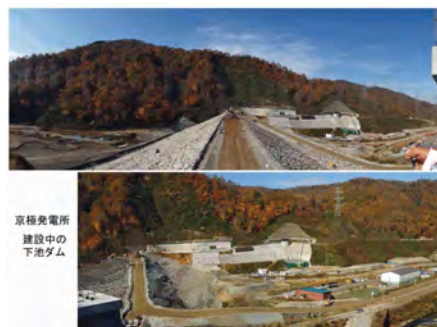
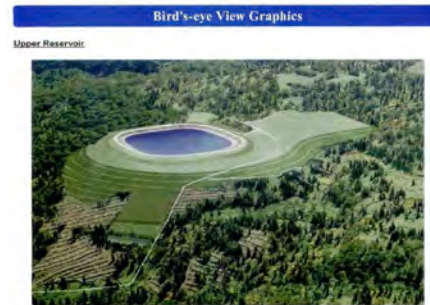


Fig. 6, 7, 8 建設中の京極揚水発電所寸描