

史上初評価—再生可能エネルギー起源電力の長距離輸送 送電線輸送と化学媒体輸送どちらが有利？

福田健三

財団法人エネルギー総合工学研究所

〒105-0003 東京都港区西新橋1-14-2 新橋SYビル

1. 再生可能エネルギー導入機運の高まりと得られる電力の扱い

再生可能エネルギー導入の機運が高まっていますが、再生可能エネルギー利用システムに関する検討は未だ緒についたばかりです。太田健一郎教授の主導する「パタゴニア風力/水素システム」や、斉藤泰和教授主導の「アリューシャン列島風力/水素システム」がその代表例ですが、このほかに筆者の属するエネルギー総合工学研究所では、エネルギー長距離輸送技術の評価の観点から、再生可能エネルギーから得られる電力の送電線輸送、および化学媒体に変換しての輸送の経済性評価研究を行っています。

水素エネルギー技術開発の長い歴史の中で、技術開発プレイヤーに絶えず突きつけられてきた疑問があります。

- ① なぜ水素なのですか。
- ② 水素は本当に安く作れるようになるのですか。
- ③ 水素は安全ですか。
- ④ 再生可能エネルギーは(光触媒法太陽光/水素直接変換の場合を除いて)すべて電力の形で捕集されるが、せっかく得られたエネルギー率100%の電力をなぜわざわざ質の悪い水素に変換するのですか。

ここで、丸①～③については多くの検討がすすめられましたので、④について、考えるところを記します。④に関しては、電力は長距離輸送に向かない、電力は化学エネルギーに変換しなければ貯蔵できない、電力を水素に変換すれば、長距離輸送も貯蔵も可能となる、特に大陸間の電力輸送を想定したグローバルエネルギーシステムを想定した場合、水素が最も有力なエネルギーキャリア候補である、といったところが、常識的な答え

でしょう。

ところが、水素エネルギー技術開発のプレイヤーには常識的でも、たとえば、電力分野の専門家にとっては、この答えは必ずしも説得性を持ちません。あらゆるエネルギーのなかで、最も質の高いエネルギーである電力を、なぜそのまま使いこなす方向で考えないのかという疑問に十分答えていないからです。当然です。電力は可能な限り電力の形で使うのが最も合理的です。

そこで「可能な限り」という条件は何かをちゃんと検討する必要があります。条件の中味は、送電線の敷設の技術的、社会的可能性、輸送距離などたくさんありますが、ここでは輸送距離の問題を考えて見ます。

筆者がまだ自ら実験室にこもり、論文も書いていたころ、ある同僚との間で論争が起りました。彼は、自らの論文にしばしば「本研究で得られた知見は世界最初のものである」旨の自己評価を記述することが大好きな男でした。筆者は、「評価は客観的に決まるものだから、学術論文に押し付けがましい文言は入れるべきではない」と批判し、大論争になったわけです。今でも学術論文でこの種の自己宣伝文言を見ることがあります。

「読者の広場」は学術論文ページではありませんので、ここであえて「電力輸送における送電線輸送と化学媒体輸送の比較評価」に関する筆者らの研究結果を引用させていただき、これを世界初の結果であると宣伝させていただくことをお許しいただきたい。**送電線輸送と化学媒体輸送の経済性はどのくらいの輸送距離でブレークイブするかは、水素に関わる人間の常識として頭に入れておくべき情報だと自負しています。**

2. 電力の送電線輸送と化学媒体輸送の比較

海外再生可能エネルギー起源電力のわが国への輸送を

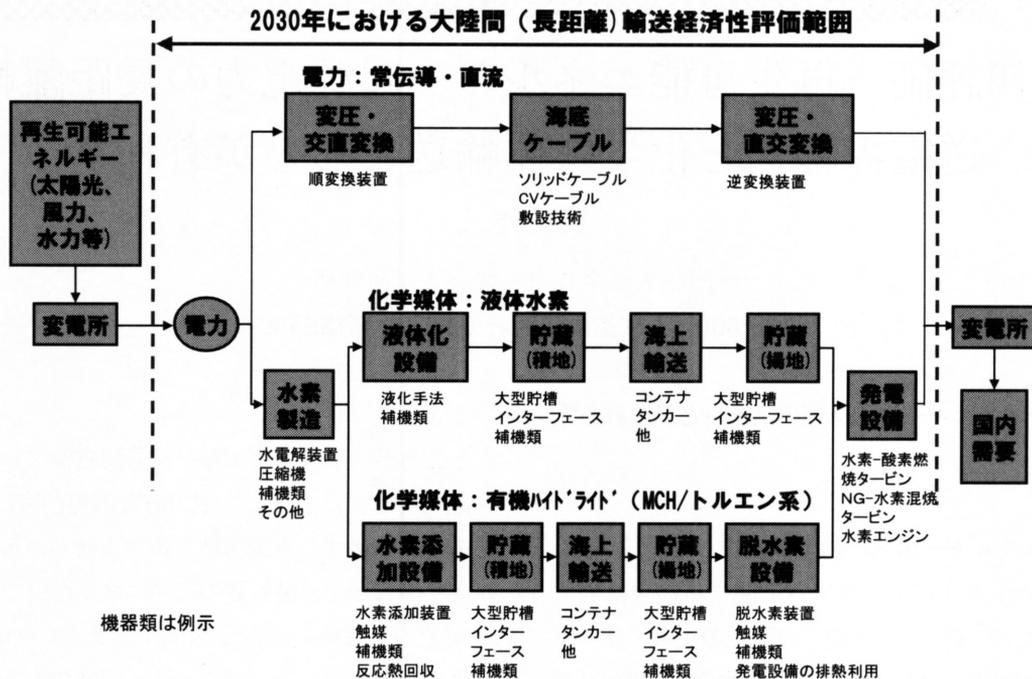


図1. 再生可能エネルギー起源電力大陸間輸送システムの概念

基軸とするグローバルエネルギーシステム構築を構想する場合、アリューシャン列島風力利用などの場合は、得られた風力発電電力/水素変換/船舶輸送のほか、アリューシャン列島伝いに（陸上）海底送電線で輸送して行く可能性も十分検討に値するでしょう。もし送電線輸送の方が経済的に合理的な距離であれば、当然電力は電力のまま輸送した方が良い（需給バランスのための電力貯蔵施設等の問題は捨象）に決まっています。最近筆者らは水素エネルギー研究史上初めて上記問題にアプローチし、図1のようなシステム概念に基づき、海外再生可能エネルギー起源電力を電力需要地へ長距離輸送するに当たり、送電線による輸送、液体水素を用いる輸送および有機ハイドライド（メチルシクロヘキサン）を用いる輸送の経済性を比較評価しました[1,2]。

評価においては、電力需要地での発電端電力コストを評価尺度としています。化学媒体を用いる場合は、電力供給地で再生可能エネルギー起源電力を水電解を介して水素に変換し、さらに水素を運びやすい形（化学媒体）に変換し輸送します。需要地では水素を再生し、水素タービンで電力を再生します。送電線輸送の場合は、需要地変電所への入り口での電力コストを尺度にしました。

評価条件の詳細は本紙面のスコープを越えるので文献を参照して下さい。評価結果を図2に示します。需要地を日本とした場合、

日本から約4,000km離れた所が送電線輸送と化学媒体輸送のブレークイーブンポイントであることがわかりました。図上に地域名を記載してあるのは、あくまで距離を感覚的に把握するための参考です。

せっかく電力の形で捕集される再生可能エネルギーですから、およそ4,000km以内で、送電線（評価では海底送電線を想定しましたが、陸上送電線も合わせて検討の価値があるでしょう）敷設が技術的、社会的に可能な地点を拠点に電力輸送システム構築を計画できるならば、何も水素を介在させる必然性はありません。

再生可能エネルギー利用においては、できれば国内完結型のシステムが望ましい、との見解があります（システム技術研究所 榎屋治紀氏私信）。この場合、輸送距離の点からは、原則的に送電線による電力輸送に基づいてシステム構築ができると考えられます。また、仮に10,000km以上の長距離輸送が必要なケースについても、送電線輸送と化学媒体輸送のハイブリッドシステムも検討スコープに入ってくるかもしれません。

電力の送電線輸送と化学媒体輸送の経済性のブレークイーブン距離は、およそ4,000kmです。この知見は今後グローバル水素エネルギーシステム構築を目指すさまざまな努力の中でおおいに役に立つことと思います。さらに電力分野の専門家との連携においても、ひとつの接点になるのではないかと期待しています。

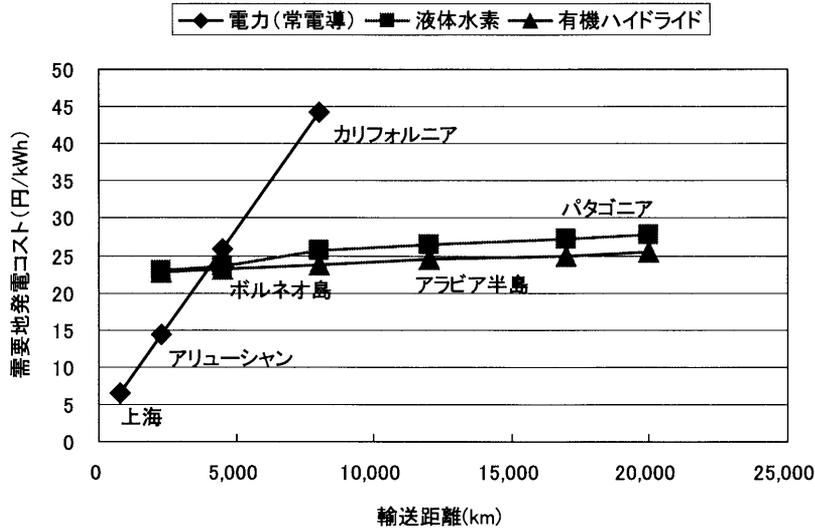


図2. 電力需要地での発電コスト（変電所入口電力コスト）と再生可能エネルギー起源電力輸送距離との関係[1,2]

(注) ここでは日本を電力需要地と想定しており、距離は日本からの距離を表します。
また、需要地発電コストは、供給地での再生可能エネルギー起源電力コストを含みます。

参考文献

1. Yuki Ishimoto, Kenzo Fukuda and Ko Sakata, "An Economical and Environmental Evaluation of International Renewable Energy Transportation", Proceedings of Renewable Energy International Conference 2010, Yokohama, Japan, 27 June - 2 July, 2010.
2. NEDO 平成21年度エコイノベーション推進事業報告書、「海外再生可能エネルギーの大陸間輸送技術の調査」、委託先 財団法人エネルギー総合工学研究所、平成22年2月