

令和3年度 小学校教員向け環境教育研修会 実施報告  
 「やってみよう！環境学習プログラム」  
 第5回「気候危機と水素エネルギー」／テーマ：水素

□実施日時 令和3年10月23日（土）15時00分から17時00分まで  
 □受講者数 20名（教員3名、自治体職員等11名、研修6名）  
 □実施方法 Zoomを使用したオンライン開催  
 （配信場所：東京スイソミル講義室）

□実施内容

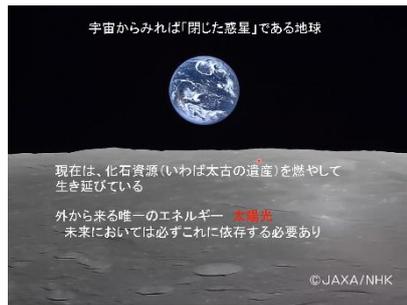
1. 事務連絡・開講挨拶等

- ・事務局から受講上の注意、全体スケジュール等の説明

2. 講師からの講義

(1) 気候危機と水素エネルギー

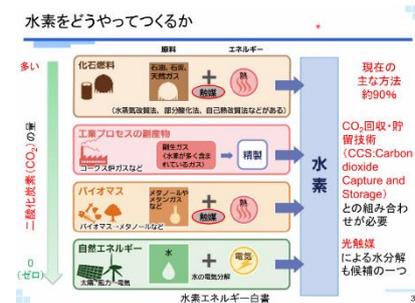
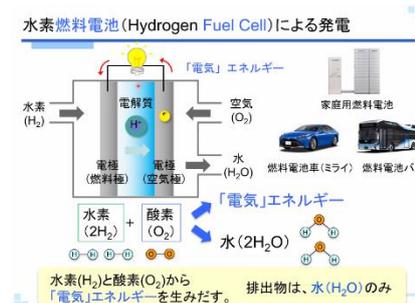
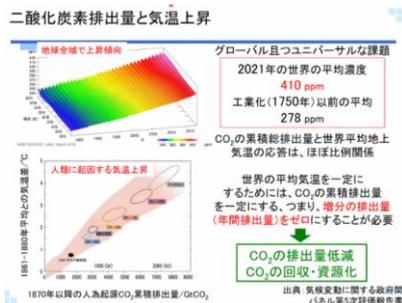
講師：東京都立大学 大学院都市環境科学研究科環境応用化学域 宍戸 哲也 教授  
 （水素エネルギー社会構築推進研究センター）



Topics

- ・ CO<sub>2</sub>排出量の現状と水素の必要性
- ・ 燃料電池とは？
- ・ 水素をどうやって活用するか  
 つくる・はこぶ・使う
- ・ 二酸化炭素の回収・利用
- ・ 今後の展望

・ 未来においては、地球外からの唯一のエネルギーの太陽光に依存する必要がある。



- ・ 今後、エネルギーの消費量は先進国でも発展途上国でも伸びるため今現在の化石資源に頼った状態では必ず二酸化炭素が増える。そのため、昨今、二酸化炭素の排出ゼロにしようということが叫ばれている。
- ・ 世界の平均気温を一定にするためにはCO<sub>2</sub>の累積の排出量を一定にする必要がある。
- ・ 日本における発電方法はほとんどが火力発電所で、使っている燃料の80%は化石資源であるため燃やすとCO<sub>2</sub>発生する。そこでこの火力発電を別のものに置き換えたいということで燃料電池や水素が出てくる。
- ・ 水素を燃料にして電気を取り出すので燃料電池と呼んでいる。水素と酸素から電気エネルギー

一と水を作り出す。これで発電できるならCO2を出さずに電気エネルギーを取り出せる。

- ・現状の水素製造方法は最も安く多量に水素を作ることができる。また燃料電池の効率が高いので火力発電よりはCO2の排出量が減ると考えても良い。一方、エネルギーが少し必要になる、CO2が排出される、などの問題もあるため将来的にはこれらをなくしていかなければいけない。

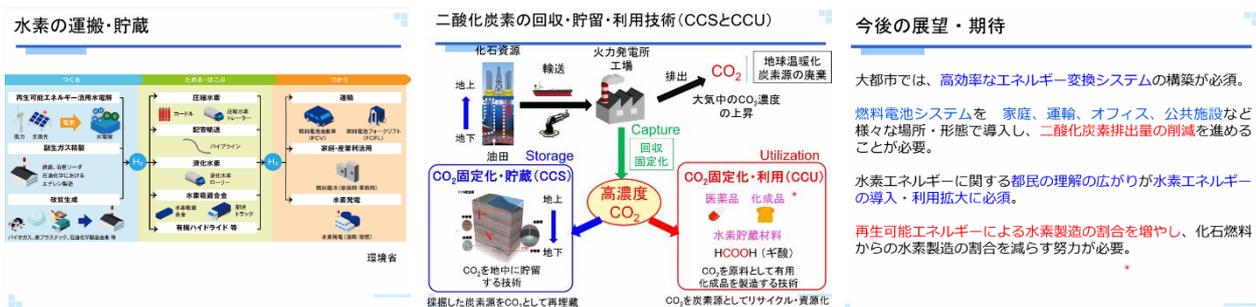
- ・次の手段として生物由来の資源を利用した水素製造方法がある。これは発生するCO2は元々空気中にあったものだから全体としてCO2の排出は少ないあるいは実質ゼロとする考え方。

- ・電気分解のプロセスであればCO2が発生しない。この時、太陽電池や風力発電などの再生可能エネルギーの利用によって生み出した電気を使用すればCO2を全く生じない水素を作れる。

- ・2030年度の電源構成（2019年）では再生可能エネルギーの割合は25%ぐらいにしようと提案している。

- ・太陽光や風力を使って水素をつくれればCO2の排出量が少ない。それを燃料電池に回して発電することができれば全体としてCO2排出量ゼロに向かうことができる。そのため将来的な課題として水素の製造方法に関しても変えていかなければいけない。

- ・もう一つの課題としてこういう使い方で行った時に必ず発生するCO2を回収するという技術が重要になってくる。



- ・水素を利用するときを考えなければいけない視点はエネルギー密度。大きな体積でないとならない水素をコンパクトに運ぶという技術が必要。

- ・水素を作るときに排出されるCO2を回収する技術には2つの研究の流れがあり、CO2キャプチャー&ストレージ (CCS) とユーティライゼーション (CCU) という。こうした技術が実現しないと結局全体としてCO2の量が減らないため世界中でこうした技術の研究が進んでいる。

- ・他にもCO2だけを取り出せる膜を作ってCO2を分離して濃縮するDACという技術の研究やCO2を回収して、水素と反応させているんなものを作ろうという研究が盛んに行われている。

- ・今後、特に東京のような大きな都市では高効率なエネルギー変換システム構築が必須になる。火力発電所に比べて燃料電池はエネルギー変換効率が高いので結果的に省エネにつながりCO2の排出量が減る。水素の利用法の理解が広がるのがこれからの利用拡大には重要。再生可能エネルギーによる水素製造の割合を増やし結果的に化石燃料を減らすことが全体としてCO2を減らすことに繋がって気候変動の問題を解決する方向に繋がる。

## (2) 水素社会実現に向けた燃料電池ごみ収集車試験運用事業

講師：早稲田大学スマート社会技術融合研究機構

電動車両研究所研究院客員准教授 井原 雄人 氏



- 燃料電池: 30kW
- モーター: 150kW
- 水素タンク: 51L×2 (80Mpa)
- リチウムイオンバッテリー: 26.5kWh
- 水素と空気中の酸素で燃料電池により発電し、リチウムイオンバッテリーに蓄電
- 駆動・架装の負荷変動に合わせてバッテリーから供給することで、燃料電池は最も効率よく稼働

・なぜごみ収集車を燃料電池車にするのか。車の走行時のCO2排出を少なくするため。ごみ収集時の音や排気ガスの低減による周囲環境の改善に貢献するため。

・見た目はほとんど普通のごみ収集車と変わらない。真ん中の四角い箱の部分に水素タンクを2つ、その下に燃料電池を積んでおりこれが燃料電池のシステムになる。架装部のごみを詰めるところに関しては今までのごみ収集車と全く同じものを使っている。

### 燃料電池(水素)にするのがいいの？

環境性					静音性			
エネルギー消費量	CO2排出量 (g)		改善率		ディーゼル	燃料電池 1600rpm	燃料電池 800rpm	改善効果
km/L	km/kWh	km-CO2/km	km-CO2/km	改善率	車両左	車両右	車両前	
1	0.6	2.83	0.99	65%減	77.9	68.2	61.8	13%減
収集走行パターン					70.4	65.9	62.9	7%減
運送走行パターン	6.3	2	0.45	34%減	78.1	66.1	61.2	16%減
					75	60.3	51.9	20%減

● 収集・運送のどちらのパターンでもディーゼル車両に対してCO2排出量は改善する

● 発停車の多い収集走行の方が改善率が高く、収集ステーションでの積荷時に停車するごみ収集車には有効である

● 架装部駆動時の騒音が低減し、住宅街などでの運用の多いごみ収集車には有効である

● 夜間収集が可能となれば、収集時の洗濯の解消や香煙被害の削減にも貢献する

- ### 何でごみ収集車なの？
- 1日当たりの走行距離が長い
    - 乗用車に比べて走行距離が2倍
  - 発停車が多い特殊な走り方
    - 従来車に比べて電動車両が得意
  - 毎日決まったルートを走行する
    - 定期的な水素需要を創出
  - CO2以外にも良いところがある
    - 静音かつゼロエミッションな車両

・静音性にも優れ、ごみの夜間収集にも活用できるのではないかな。

・現在港区で走行試験中。ごみ収集車は1日あたりの走行距離が長く、乗用車と比較して年間で約5倍走行する。収集ルートで特殊な走り方をすると場所もより効果的に使える。他の車で使うより同じ距離を走った時にCO2の削減効果が大きい。毎日決まったルートを走り、必ず水素を入れに行く水素需要が発生することが実は重要であり、水素を使う人たちが定期的に使う安定的な需要を創出することが重要。CO2の排出削減以外にも東京都が進める水素社会の実現に大きく貢献できるのではないかな。

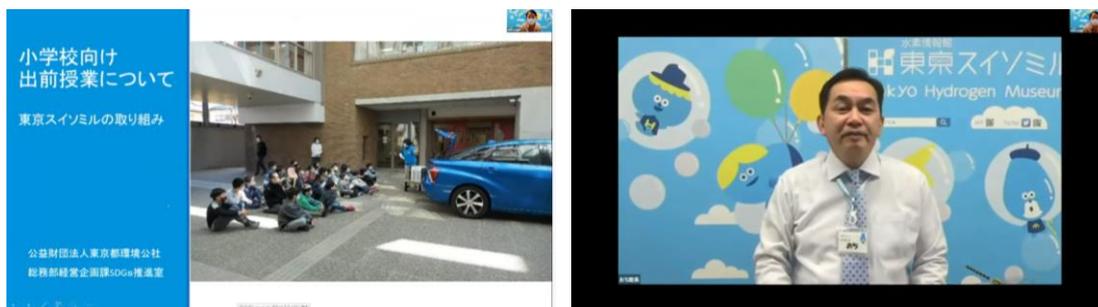
### (3) 水素情報館スイソミルと水素・出前授業の紹介

講師：公益財団法人東京都環境公社 総務部経営企画課SDGs推進室 金子 藤子 氏



・東京スイソミルは、水素エネルギーの普及啓発施設としては都内で唯一の施設で、2016年7月に開館。延べ6万5千人以上の方がご来館。

- ・近隣のえこっくる江東、辰巳の森海浜公園と組み合わせて小学校の社会科見学利用可。30分、45分、60分コースがあり、ご要望に合わせたご案内が可能。



- ・水素出前授業は、水素の特徴と水素エネルギーの可能性を小学生にわかりやすくお伝えすることをコンセプトに主に理科・社会・総合的な学習の時間の授業の一コマとして使用していただく。
- ・化学反応式を知らない子供たちにも絵や図を使って水素と酸素から電気を取り出せる仕組みや、二酸化炭素を出さないことが地球温暖化の問題に関わることを理解できるよう、クイズや実験デモンストレーションを交えて授業を実施している。
- ・プログラムは対面式とオンライン式を用意しており、実施にあたっては、日程や希望の内容、実験・燃料電池自動車のデモの可否などをヒアリングシート活用してご相談させていただいている。

### 3. 質疑応答

- エネルギー資源は20か国が80%消費している、とのことだがこちらは年間生産量の80%を20か国で消費しているということでしょうか
- その通り。エネルギー消費は偏っている。先進国がほとんどがぶ飲みしているような状態。
- イベントに参加する子どもたちにはどうして水素社会の実現が進まないのか疑問に思う方が多くいる。どういったことを子どもたちに知ってもらいたいと思うか。
- 普及しない仕組みの説明は難しいので、使う人が増えれば普及していくということを伝えたい。そのためには身の回りに導入されていく姿を見せるのが一番だと思う。
- 再エネ由来の電気を使用した電気自動車に比べて燃料電池自動車の方が優位な点、再エネ由来の電気を蓄電池に貯めて使用する方法よりエネファームが優位な点があれば教えてほしい。
- 自動車に関しては充填時間が挙げられる。作った電気を短期間で使用する場合は蓄電池の方が優位だが、使用までの期間が長期になる場合は水素に変換して蓄える方が優位と考えられている。
- 水素利用の一環として、液化アンモニアの活用があるかと思いますが、その有用性について教えてくださいませんか。
- アンモニアは簡単に液体化できるため運ぶ際に有用性がある。最近では新技術により生産や運搬の消費エネルギーが削減できており沢山のエネルギーをコンパクトに運ぶときに有用性がある。
- 燃料電池ごみ収集車の今後の展望は？例えば、港区以外でも実証実験などの予定はありますか。
- ある。港区の実証実験は東京では初だが山口県周南市や富山県富山市での実績がある。来年度以降も都市部での実証試験も実施していきたい。
- 水素エネの安全性について、他の代表的なエネルギーと比べて、安全性を確保しにくいのか？それとも、“安心”の面から、そういった思い込みがあるということか？

→物質の性質として爆発する危険性があり、都市ガスと比べると広範囲で爆発しやすい。一方、ガソリンと比較すると溜まることに対してはそれ程危険ではない。心理的に安全面に対するバリアがあったり法規制がより厳しかったりするのでその改善が必要。

○二酸化炭素を地中に・・・というお話がありましたが、地中に埋めることによる何らかの影響はないのでしょうか？地中に埋めることにより、空気中には排出されず処理できるのでしょうか？

→空気中に出てくることはないと考えられている。天然ガスは地中にガスの状態で埋まっている。外に出てこない地層があり、そういった地層を選定して埋める。長い年月をかけて岩石になる。

#### 4. 事務連絡

事務局からアンケートのご案内、解散