



水素社会に向けての一步

応募区分	中学部門
チームID	SL2002993
チーム名	キャヴェンディッシュ
学校名・学年	市川中学校・3年
メンバー	水沼 峻(リーダー)、菊池 翼、 橋爪 浄太郎、待山 真一
指導教員	吉田 康彦 先生

基礎学習

- 1 私たちの生活に必要な財やサービスを（生産）し、（流通）させ、（消費）することを経済という。財やサービスには代金を払った人だけが消費を独占できる（私的財）と、政府が税金等を使って提供する（公共財）とがある。
- 2 経済活動を行う主な主体には、消費の主体である（家計）、生産・流通の主体である（企業）、行政サービスや公共財の提供などを通して一国の経済活動を調整する（政府）がある。
- 3 成年年齢の引き下げに関する次の説明文のうち、誤っているものは？（b）
 - a. 成年年齢の18歳への引き下げに先立って、選挙権年齢の引き下げが行われた。
 - b. 成年年齢の引き下げに伴い、飲酒や喫煙、競馬などの公営競技に関する年齢制限も引き下げられた。
 - c. 親の同意なしで、携帯電話の契約を結んだり、高額商品を買うためのローンを組んだりできるようになる。
 - d. 成年年齢引き下げ後は、いったん結んだ契約を取り消すことができる「未成年取消権」の行使はできなくなる。
- 4 日本の人口の年齢構成の推移を見ると、総人口に占める65歳以上の人口の割合を示す（高齢化率）は上昇傾向にあり、2000年の17.4%から2018年には（28.1）%まで増加している。
- 5 日本では、「働き方改革関連法」が成立し、2020年4月から、同じ企業・団体で働く正規雇用労働者と非正規労働者（有期雇用労働者、派遣労働者等）の間で不合理な待遇差を設けることを禁止する（同一労働・同一賃金）の導入が進められている。
- 6 「仮想空間と現実空間を高度に融合させたシステムによって経済発展と社会的課題の解決を両立する社会」として注目されている未来社会（Society5.0）を実現するための中核技術に、「IoT(Internet of Things)」と（AI）がある。
- 7 グローバル化の進展に関する次の説明文のうち、正しいものは？（d）
 - a. 貿易が自由化され、安い輸入品が国内に入ってくることは、消費者にとっても国内の生産者にとってもメリットになる。
 - b. グローバル化の進展による影響は、経済以外の分野ではあまり見られない。
 - c. 「環太平洋経済連携協定(TPP)」は、アメリカの離脱により各国の署名が遅れている。
 - d. 近年の日本の国際収支を見ると「投資収益」が大幅な黒字を計上している。
- 8 「持続可能な開発目標(SDGs)」の17の目標のうち、今回、グループで設定した投資テーマと特に関連が深い目標をあげ(3つ以内)、その主な理由を記述してください。

関連の深い SDGs の目標		その主な理由
7	エネルギーをみんなにそしてクリーンに	現在、エネルギー資源の大部分を石油や天然ガスなどの化石燃料に依存しており二酸化炭素の排出が大きな問題となっている。そのため日本をはじめとする世界各国では「カーボンフリー」などを掲げ、持続可能な社会を目指している。その点で、「水素社会」はまさに一致している。
9	産業と技術革新の基盤を作ろう	産業と技術革新にはエネルギーという基盤が必須である。しかし日本はエネルギー資源の海外依存、二酸化炭素排出の増加など多くのエネルギー問題を抱えている。「水素社会」はこのような問題を解決でき、未来の産業と技術革新の基盤になると考える。
13	気候変動に具体的な対策を	SDGs の 7 に関係して、世界の温室効果ガス排出量の増加により地球温暖化や、自然災害、それに伴う自然の生態系にも悪影響を及ぼすと考えられており、その対策の一つに水素社会の実現が挙げられている。

9 「ESG 投資」で重視する 3 つの要素の組み合わせとして、正しいものはどれか？ (b)

- a. 環境 — 科学 — 成長
- b. 環境 — 社会 — 企業統治
- c. 効率 — 科学 — 企業統治

10 GDP (国内総生産)に関する次の説明文のうち、誤っているものは？ (a)

- a. GDP とは、一定期間に国民全体として生産したものやサービスの付加価値の合計値をさす。
- b. GDP とは、一定期間に国内で生産したモノやサービスの付加価値の合計額をさす。
- c. 実質 GDP とは、名目 GDP から物価の変動による影響を差し引いたものである。
- d. 2019 年(暦年)の日本の GDP の額は、名目 GDP が実質 GDP を上回っている。

11 株式投資のリスクを少なくする方法には、(投資先) を分散させることや、投資する (時間 または タイミング) を分散することなどがある。

12 「投資信託(ファンド)」に関する次の説明文のうち、誤っているものは？ (c)

- a. 投資信託は、分散投資の考え方から生まれた金融商品の一つである。
- b. 投資信託では、多くの投資家から集めた資金をまとめて運用している。
- c. 投資信託では、それぞれの投資家からの要望を受けて投資先の選定を行なっている。
- d. 投資信託は、元本が保証されている金融商品ではない。

13 次のうち現在の企業価値(株価)が割高かを判断するための指標は？ (d)

- a. ROE
- b. 自己資本比率
- c. 純利益
- d. PER

14 「日経アジア 300」はアジアの 11 の国・地域を対象に、(時価総額)、(成長性)などを基準に選定した約 300 社の有力企業で構成されている。

1. 要旨

私たちの生活はエネルギー革命とともに発展してきた。第 1 次エネルギー革命で誕生した火に始まり、石炭、石油などの化石燃料の第 2 次エネルギー革命、そして電気と石油を融合した第 3 次エネルギー革命。しかし高度に発展し便利になった産業の裏で地球温暖化という地球の危機に直面している。その対策として挙げられるのが発電時に CO2 を排出しない再生可能エネルギーの利用だ。しかし再生可能エネルギーにも長期間の貯蓄や長距離輸送などが難しいという面がある。そこで最近注目されているのが「水素社会」である。再生可能エネルギーと水素エネルギーを高度に融合した水素社会は生成時、利用時ともに CO2 を排出することがなく、エネルギーの長期間の貯蓄や長距離輸送などが可能になる。私たちはこの水素社会に目をつけた。日本にも水素社会を実現させようとする企業は数多くありそれらの企業に投資することによって今後起こるであろう水素を主役とした第 4 次エネルギー革命で日本が世界を牽引していければと考える。

本レポートでは国内上場企業 3822 社のうち事業内容、職場環境、経済面での評価を行い、20 社を構成企業とするポートフォリオを作成した。また専門家の先生 2 名、企業 2 社にオンラインで取材をした。このレポートはその全てをまとめたものである。

2. 目次

3 テーマ決定とその背景……………5	6-2 第 2 スクリーニング
3-1 投資テーマの検討	6-3 第 3 スクリーニング
3-2 日本の課題	6-4 ポートフォリオ
3-3 エネルギー問題	6-5 分配
4 水素社会とは……………8	6-6 決定したポートフォリオ
4-1 水素社会の概要	7 ポートフォリオの事業紹介……………21
4-2 再生可能エネルギーについて	8 投資結果の分析……………25
4-3 水素社会の利点	8-1 短期的分析
4-4 専門家への取材を通して	8-2 長期的分析
5 企業への取材を通して……………12	8-3 個別銘柄の分析
5-1 岩谷産業株式会社	9 投資家へのアピール……………28
5-2 千代田化工建設株式会社	10 日経ストックリーグを通して…29
6 ポートフォリオの構築……………14	11 参考文献……………30
6-1 第 1 スクリーニング	

3. テーマ決定とその背景

3-1 投資テーマの検討

私たちは投資テーマの選定をする際に、どのような方針で企業を探していくかチーム内での共通認識を作った。それが『日本の問題点を少しでも解決でき、尚且つ長期的にみて企業、そして社会に貢献できるようなテーマ』である。この基準のポイントは二つある。

① 現代日本の課題を解決できること

現在日本は、国際競争力の低下や少子高齢化、それに伴う需要不足、デジタルデバイド、エネルギー問題など数多くの課題を抱えている。私たちはそのような問題を投資という手段を用いて解決できたらより良い日本の社会を構築することができるはずだと考えた。

② 長期的にみて、企業に利益をもたらし、社会貢献できること

「投資は募金ではない」と学校で講演してくれた野村証券の方が言っていた。それを踏まえ、今はまだ注目されずにいるが、将来的に企業側が大きな利益を出すことができ、且つ社会に貢献できるテーマが良いだろうと考えた。

3-2 日本の課題

まず私たちは日本の課題を整理した。

『SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT2020』によると日本の SDGs の達成度は図表 1 の通りである。

[図表 1] 出典：ベルテルスマン財団 SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT を元に編集



図表 1 から、5、13、14、15、17 が特に重大な課題があることがわかる。そのうち 13、14、15 に関しては環境問題である。7 の課題を解決することで、密接に関係する環境問題も改善するのではないかと考えた。

これに加えて私たちは日本が抱える早急に対応すべき社会問題について図表 2 のように挙げた。

[図表 2]

問題点	その理由
エネルギー問題	日本は、諸外国と比較した時、エネルギー自給率が圧倒的に低いことや、エネルギー供給において化石燃料の占めている割合が大きいことなどが問題視されている。温室効果ガス排出量増加により地球温暖化や気候変動などと悪影響をもたらす事もあり、世界的な課題ともなっている。
ICT 教育	日本の現代社会は深刻な情報ギャップが生じている。その要因の一つとして“情報教育”の不十分さが挙げられるため ICT を使った教育に力を入れるべきだと考える。また ICT を導入することによって現在の教育システムの問題点である、一斉一律型の授業から個々の能力・適正に応じた授業へと変えていくことができる。
高齢化・少子化	日本は現状高齢化を食い止めることができず、2025 年問題が迫っているため医療・介護などで問題が噴出する可能性がある。また少子化も進んでいることから社会保障関係費の負担が膨らむ可能性や、労働者人口の減少により経済の衰退にも直面している。

以上より SDGs の未達成目標に多く含まれる環境問題と密接的な内容でありながら、環境問題を解決するためには必要不可欠である分野であり、自分たちが考える日本の問題点でも挙げた「エネルギー問題」に注目してテーマ決定を進めた。

3-3 エネルギー問題

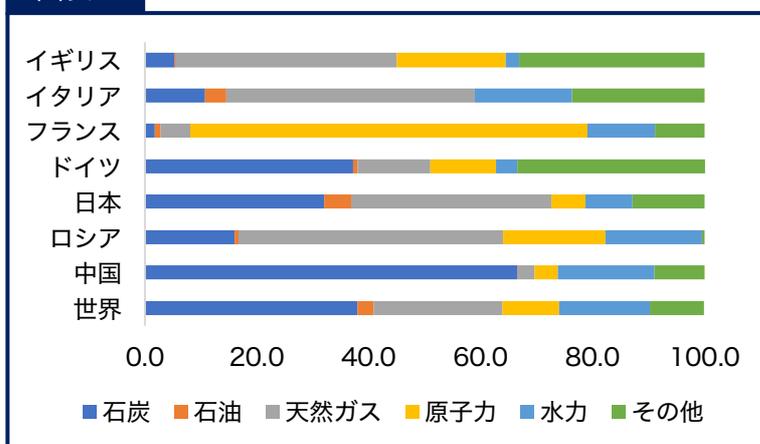
3-2 で挙げたように日本のエネルギー問題は早急に解決しなければならない重大な課題となっている。その理由は三つ挙げることができる。

- ① 温室効果ガスによる環境への大きな負荷
- ② 少ないエネルギー自給率
- ③ 枯渇する資源

① 温室効果ガスによる環境への大きな負荷

一般的に二酸化炭素の排出量が多い方から石炭、石油、天然ガスという順番で知られている。日本は西欧諸国と比較すると化石燃料を用いた火力発電を多く使っているため、二酸化炭素を大量に排出していることがわかる。また途上国を含め世界的にも化石燃料を電源とした割合が多く早急な改善が求められる。

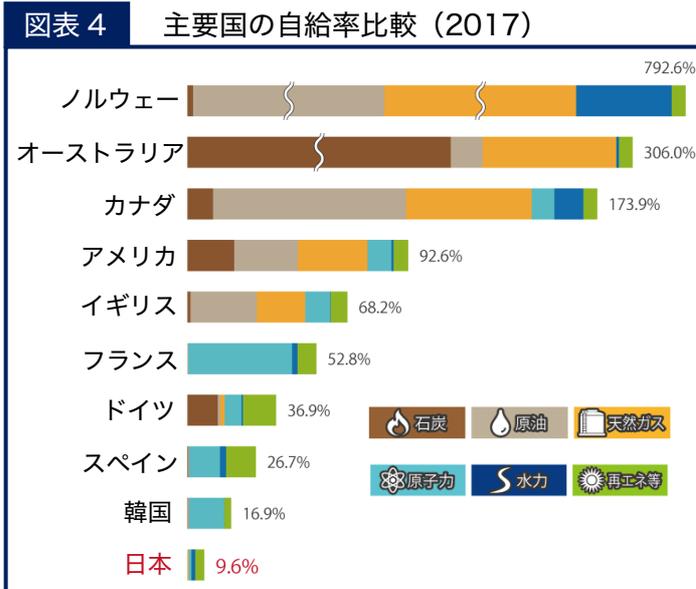
図表 3 主要国の電源別発電電力量の構成比 (2018)



※ 引用元が書かれていない資料は全て後述している。

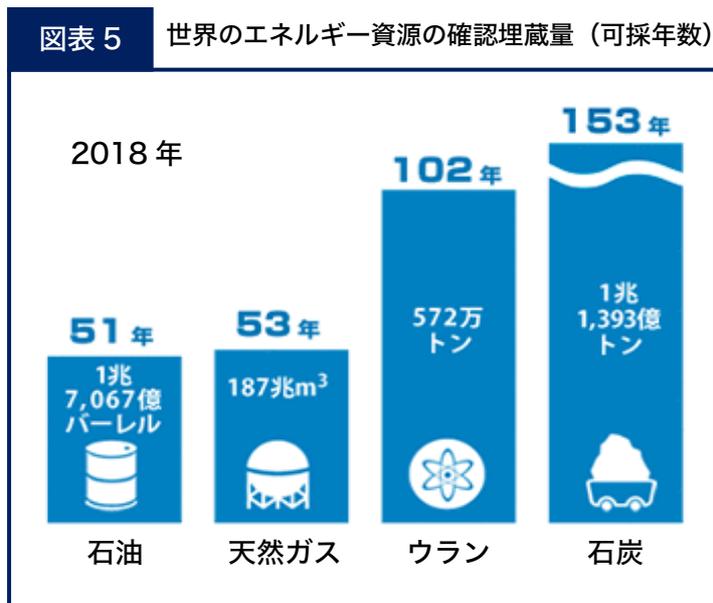
② 日本の少ないエネルギー自給率

図表 4 は主要国の一次エネルギー自給率を表している。日本は世界の先進国に比べ明らかにエネルギー自給率が低く OECD 加盟国 37 カ国中 34 位となっている。エネルギー自給率が低いと平時の際はさほど大きな問題が起きることはないが、貿易摩擦や戦争、自然災害など、国際情勢の悪化の際に大きな影響を受け、安定したエネルギー供給に支障が生じる恐れがある。石油などの資源に乏しい日本は化石燃料での自給率増加は非現実的であり、再生可能エネルギーなどの新たなエネルギーでの自給率増加が必要不可欠になる。



③ 世界で枯渇する資源

図表 5 は石油、天然ガスといった化石燃料の経済的、合理的な範囲での採掘可能な資源の埋蔵量とその可採年数をまとめた表である。今後、新たな鉱山や油田が発見されるなどによってこの数字が変化することはあるが、化石燃料はいつか尽きてしまう「限りある資源」であることは間違いないといえるだろう。今後日本をはじめとした世界各国は地球 46 億年の遺産である化石燃料を未来の世代のためにも使い果たしてはならず、再生可能エネルギーをはじめとした、新たなエネルギー資源を普及させ、持続可能な社会を作り上げていかなくてはならない。



これらの「環境問題」、「エネルギーの安全性」、「持続可能な社会」の 3 つの視点から、私たちは水素エネルギーと再生可能エネルギーを組み合わせた「水素社会」に着目し投資テーマにしていく方向性で検討を進めることにした。

次章ではなぜ水素エネルギーが必要になっていくのかなどを踏まえながら水素社会について述べていく。

4. 水素社会とは

4-1 水素社会の概要

水素社会とは、定義が明確に決められているものではないが、私たちは水素エネルギーと再生可能エネルギーを併用することで今後、目指していくべき、環境への負荷が少ない新時代の社会のことだと考える。図表 6 は今回取材をした岩谷産業が描く水素社会である。水素社会で重要だと考えるポイントは以下の 3 つである。

① 水素の生成

水素を作り出す方法は多くあるが、今後大量に水素を作り出す際に使われる技術は水の電気分解であると考えられる。そのため電気を大量に作り出す必要があるがクリーンエネルギーを目指すのならばここで CO₂ を排出する化石燃料を使ってはならない。そこで発電に使われるのが太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーだ。再生可能エネルギーについては 4-2 で述べていく。



② 水素の輸送

水素エネルギーを日本国内だけで賄うことは土地や天候、コストの面などから困難である。そこで外国でも水素を作り、日本に輸送してくる必要がある。水素の輸送に使われる水素キャリアには「有機ハイドライド技術」、「液化水素」、「メタン」、「アンモニア」などがある。これらの技術を用いて日本に輸入された水素はその後の活用法に分けてそれぞれ適切な処理がされていく。

③ 水素の活用

水素の利用方法として一番有名なのは「水素燃料電池車 (FCV)」であろう。FCV はバスやトラック、長距離移動用の自動車に使用されると考えられる。なぜならば FCV は電気自動車 (EV) に比べ長距離の移動に適していて、また燃料を補給するために必要な時間が少なく済むからである。他にも水素の活用方法は船や飛行機、フォークリフトなどの輸送機器に使われることや、家庭用燃料電池、水素の長期保存なども挙げられる。

4-2 再生可能エネルギーについて

水素社会の実現には再生可能エネルギーが必要不可欠だということを説明してきた。本項では主な 4 つの再生可能エネルギーについて触れていきそれを踏まえての考えを述べていく。

① 太陽光

太陽光は再生可能エネルギーといえば「太陽光発電」というほど普及している。太陽光発電とはソーラーパネルを用いて太陽光から電気を作る仕組みで二酸化炭素を排出せず、太陽光というほぼ無限のエネルギーをどこでも使えるという利点が注目されている。しかし天候に左右されることや、需要が増える夜間の発電ができないなどの問題点もある。

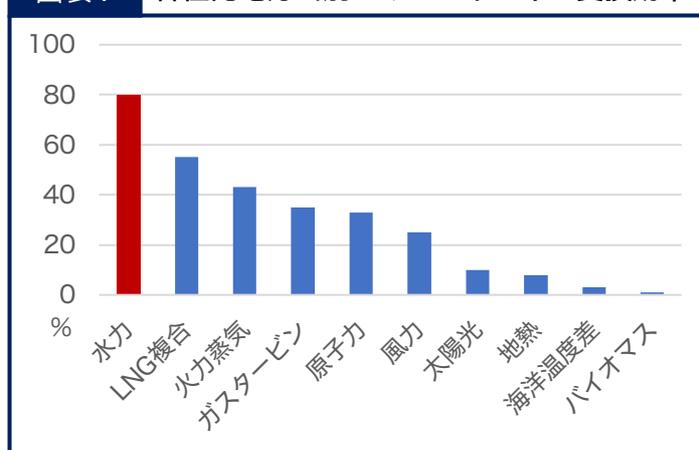
② 風力

風力発電は太陽光と並ぶ再生可能エネルギーの象徴である。風力発電は大きく分けて水平軸風車、垂直軸風車もしくは陸上風力発電、洋上風力発電に分けることができる。風力発電は太陽光発電と同様に二酸化炭素を排出せず、無限のエネルギーをひめる風を usable することや夜間でも発電が可能であるなどの利点が注目されている。しかし風などの風力の不安定性の影響を受け発電量が左右されてしまう点や騒音などの問題から設置に適した場所が限られるなどの問題点がある。

③ 水力

見落とされがちだが水力発電も再生可能エネルギーの一種である。特徴としては二酸化炭素を排出しないのももちろんのこと、図表 7 からわかるようにエネルギー変換効率がどの発電方式よりも良いということがいえる。しかしこの水力発電は自然や住民などの周辺環境への悪影響を与えるということが昔からいわれており、国際的にも大規模なダム建設は問題視され始めている。

図表 7 各種発電方式別にみたエネルギー変換効率



④ バイオマス

バイオマスとは、動植物等の生物から作りだされる有機性のエネルギー資源で、一般に化石燃料を除くものを総称する。バイオマス発電とはそのエネルギー源を燃焼したり、あるいは一度ガス化して燃焼したりして発電する仕組みのことを指す。バイオマス発電は燃料が枯渇しない限りは安定的な発電が可能ということやカーボンニュートラル（図表 8）であるなどの利点が注目されている。しかしバイオマス発電にも図表 7 からわかるように発電効率が極端に悪いことやコストがかさむことなどのデメリットがある。

図表 8 【コラム】カーボンニュートラルとは

植物を燃やすと二酸化炭素を排出するが、その植物が植林などで再生されれば成長する過程では光合成により大気中の二酸化炭素を吸収するので、結果的には植物を燃やした時に出てくる二酸化炭素は相殺されプラマイゼロになる。そのような炭素循環の考え方をカーボンニュートラルという。

このように再生可能エネルギーは CO₂ を排出せずに発電できるというメリットがあるが天候に左右されやすく、余剰電力を貯めなくてはならないというデメリットがある。このデメリットを克服するものとして考えだされたのが水素エネルギーである。

4-3 水素社会の利点

次に水素社会の利点を挙げていく。

① 効率的な貯蔵、運搬

電気は大量、長期間の貯蔵が極めて難しく、現在はその時作ったエネルギーはその時に使うことが求められている。ここで挙げられるのが水素エネルギーだ。水素は長時間の貯蔵や長距離の輸送がリチウムイオン電池などに比べ容易である。例をあげると昼に太陽光発電で作った電気を水素に変えて蓄えることによって、夜間に使用したり、外国で作られた水素を日本で使うことができたりすることが可能になる。

② 二酸化炭素を排出しない

水素は生成時にクリーンエネルギーを使用すると、使用時には水しか排出されないためトータルで見ても化石燃料を使った発電をする際に排出される二酸化炭素などの温暖化ガスや大気汚染の原因となる物質は発生しないという特徴がある。

③ 海を含む地表面で 3 番目に豊富な元素

石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料は 3-3 で挙げたように限りがあるが、水素は地球上に水などの化合物として存在しているため、ほぼ無尽蔵に安定して活用できるエネルギーである。また生成手段が豊富なことも水素の特徴だといえるだろう。水素は再生可能エネルギーを使用した水の電気分解や工場からの副産物、化石燃料改質などから生成することができる。これらは資源の少ないとされている日本のエネルギー自給率の上昇にも貢献できるのではないかと考える。

このように水素社会はこれまでのエネルギーの問題点を解消できる有利なエネルギー社会であると考えられる。しかしこの水素社会にも技術面やコスト面で問題があるのではないかと考えた。そこで水素エネルギーについて専門家の視点から深く知り、投資に反映するために専門家への取材を行った。次項では専門家への取材を通じて考えたことなどをまとめていく。

4-4 専門家への取材を通して

① 日本大学理工学部物質応用化学科 西宮信幸特任教授 <取材日時：2020 年 9 月 7 日>

西宮教授は 2020 年 5 月まで一般社団法人水素エネルギー協会の会長を、現在は JST 未来社会創造事業「次期冷凍技術による革新的水素液化システムの開発」のプロジェクトマネージャーを務めている。

西宮教授がから伺った中で印象が残ったことが 2 つある。一つ目は、企業が水素で儲からなければ水素の技術は発展していかないのにもかかわらず、ほとんどの企業でまだ水素エネルギーを使ったビジネスモデルを構築できていないのが問題だということだ。二つ目は、水素社会には 3E+S の概念が必要であるという点である。3E+S とは Energy Security (安定供給)、Economic Efficiency (経済性)、Environment(環境)それに加えて Safety(安全性)を目指していくエネルギー政策の概念である。水素社会をつかっていく上で S を最優先とし、3E を同時達成していくという方針が必要だということだ。

② 早稲田大学理工学術院先進理工学科 関根泰教授 <取材日時：2020 年 9 月 16 日>

関根教授はエネルギー・資源・環境問題のソリューションのために、触媒を軸足に据えた反応・プロセスを研究している。

関根教授から最初に伺ったのは「地球に穴を開けてはいけない、将来的には地面よりも上のものでエネルギーを循環させていく必要がある」ということだ。今使っている石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料は地球が時間をかけてつくってきた太古の遺産でありいずれ枯渇する。地球の資源を守るため、地球を持続させるためには循環型の新しいエネルギーの仕組みをつくらなければならない。循環型の仕組みをつくるためには地球上に極めて大量に存在している水素、酸素、窒素などと太陽エネルギーを上手く利用しなければならないのである。水素エネルギーの運用をするにあたっては、水素の「運び方」について課題があるということが、印象に残った。水素エネルギーを全て国内でまかなうのは非常に困難であり、外国からの輸入が必要となってくる。その際重要なのが水素の運搬方法である。現在水素運搬にはコストがかかりすぎているため、より水素を効率的に運搬できるよう有機ハイドライドや液化水素などの技術を発展させることが水素社会実現の鍵となるということだ。



この取材で一番印象に残ったのが「水素社会は来ないと思えば来ないし、来ると思えば来る」という言葉である。水素社会を実現させるには現状の政策、国民の意識では難しい。日本で水素社会が実現するためには政府と企業が連携し全国民が水素社会を意識する必要がある。そのための手段として投資も必要だとのことであった。

この取材で一番印象に残ったのが「水素社会は来ないと思えば来ないし、来ると思えば来る」という言葉である。水素社会を実現させるには現状の政策、国民の意識では難しい。日本で水素社会が実現するためには政府と企業が連携し全国民が水素社会を意識する必要がある。そのための手段として投資も必要だとのことであった。

2 人の専門家への取材により、水素社会は地球・人間のために必要なエネルギー革命であり、成長性は間違いなく、日本の国力及び企業の発展に尽力できる投資テーマという私たちの理念にも適しており、水素社会は投資テーマとして最適だという確信を持った。

5. 企業への取材を通して

水素社会の実用化に取り組む企業側を知り、ポートフォリオに活かすために企業への取材を行った。新型コロナウイルス感染症の影響により直接の訪問が困難な中、主に運搬において独自の水素技術をもつ 2 社にオンラインでの取材をした。

5-1 岩谷産業株式会社 <取材日時：2020 年 11 月 27 日>

岩谷産業は 1941 年から水素の取り扱いをし始め、水素の製造、運搬、貯蔵、供給まで担っている水素エネルギー業界のパイオニアである。特に液体水素の扱いは日本唯一のメーカーとして国内 100%のシェアを持っている。



私たちは岩谷産業の広報部二宮様に取材をした。印象に残ったのは以下の 3 つの点である。

① 水素事業は未来の投資

水素産業自体、今は利益の少ない物である。しかし必ず到来する水素社会においてリーダーとして活動が続けられるように今は投資と思って続けている。岩谷産業は 80 年以上水素に携わっており創業者の「水素をエネルギーとした社会は到来する」という意思を受け継ぎ、社員一同水素社会の実現のために日々活動を行なっているとのことだった。その言葉からは水素社会を実現させるという強い意思を感じた。

② 未来の水素社会について

水素エネルギーを普及させるには大量の水素を用いなければならないが、現状水素を国内で全て供給することは不可能である。そのため諸外国と連携をとることや技術発展をすることで水素を普及させるべきだ。また再生可能エネルギー、水素エネルギーともにメリットとデメリットが存在し、それを補完することも重要になる。水素社会を実現させるためには、もっと広く知られることが必要で国民全体の意識を変える必要がある。投資によって技術開発が進み、水素社会の実現が加速することは間違いない。

③ 若いみなさんの活動が必須

新しいエネルギー社会で精力的に活動するのは私たち若い世代であり、私たち若い世代が積極的に活動していく必要がある。岩谷産業の方々新しい日本のエネルギー業界を背負う活動を今行っている。私たちの世代がそれを引き継いでいかなければならないと感じた。

取材を通じて感じたのは水素エネルギーや水素社会に対する岩谷産業の社員の皆さんに熱い思いである。こんなにも多くの方が水素社会を実現させようとしているのだろうと思うとワクワクした。

5-2 千代田化工建設株式会社 <取材日時：2020 年 12 月 11 日>

千代田化工建設は SPERA 水素システムという独自の技術を持っており、有機ケミカルハイドライド法(図表 9)を用いた水素の貯蔵、輸送を行なっている。これにより常温常圧の輸送が可能になり、既存のインフラでの輸送ができる。水素エネルギーにおいて独自の技術を持つ千代田化工建設 IR 広報 CSR 部の池尻様、水素チェーン事業推進部の大城様にお話を伺った。以下の 2 点が印象に残った。

① 世界とつながる

千代田化工建設国際間水素サプライチェーンを作り、日本～ブルネイ間で実証事業を行った。外国で作った水素を輸送するような水素社会の実現のためには国際間の連携が必要である。

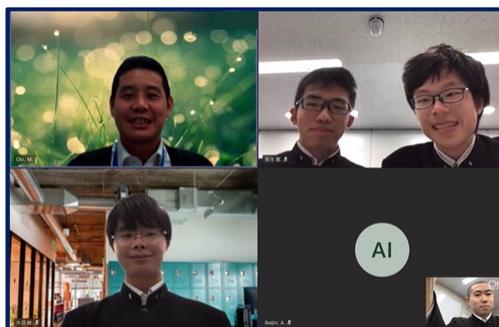
また水素技術の市場を立ち上げるため総額約 90 億ユーロ（日本円 1.1 兆円 12 月 23 日の価格）も

の財源を確保している。その他の国でも水素への技術に注目が集まっている。

お話を聞いていて日本は政府、民間企業問わず水素に対する諸外国と密接に関係を築いていくべきである、という思いを強く抱いた。

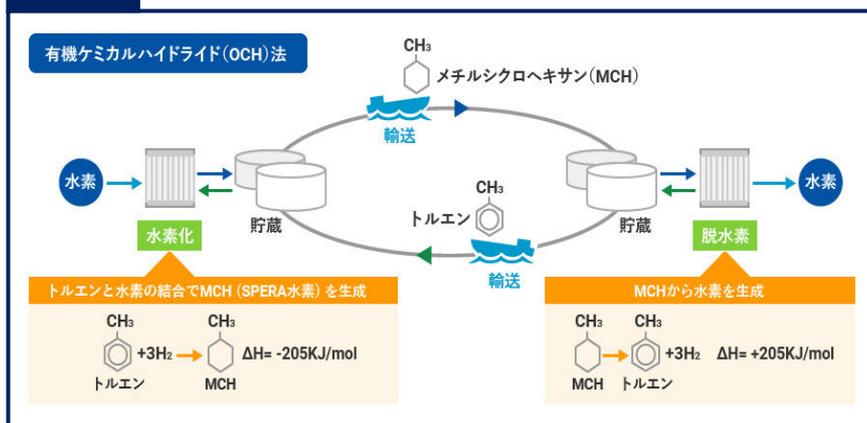
② 水素社会をワンチームで

水素は様々なところで活用されていて利用に多様な生産、貯蔵、輸送、利用方法があり、クリーンエネルギーの現段階における最終形だと言っていた。そんな可能性を持つ水素に注目が集まり業界に参加する企業が増えていき、水素社会実現の速度が上がることはとても嬉しいとも言っていた。またコロナ禍で水素社会に注目が浴びたことに大変驚かれていた。菅政権の所信表明でエネルギーのことに言及したことが大きかったようだ。国民一体で水素社会に向けて時代が動いていると感じた。



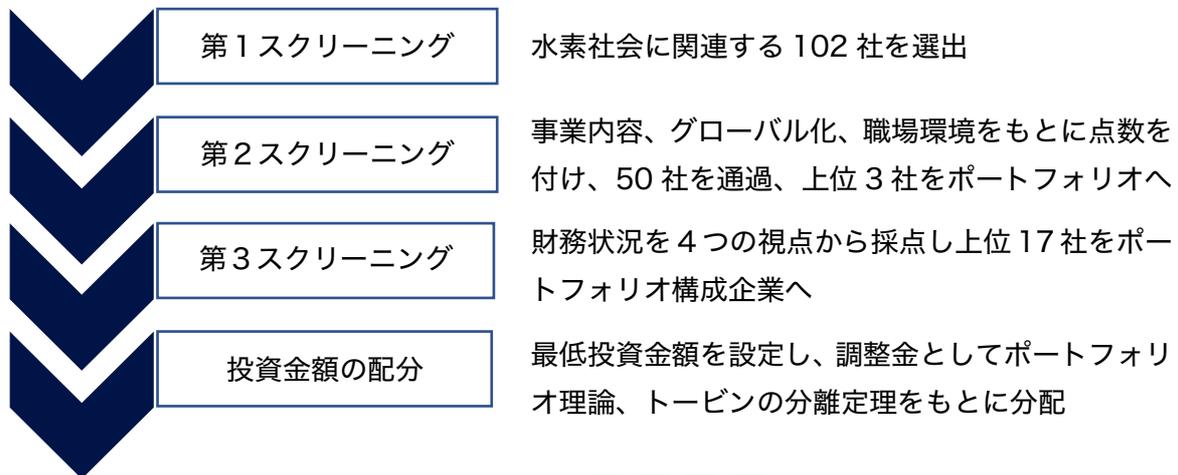
2 社の企業取材を通して、水素社会は確実に構築されつつあると感じるとともに、企業への距離感が変わった。以前は企業という存在が私たち学生とは違う領域であると考えていた。しかし今回の企業取材を通じて企業とは私たちと同じように身近な課題、日本の課題、そして世界の課題を解決しよう日夜努力されているのだと考えると少し企業への距離感が近くなった。

図表 9 有機ケミカルハイドライド法



6. ポートフォリオの構築

6-1 スクリーニングの全体像



6-2 第1スクリーニング Sc.1



第1スクリーニングでは国内上場企業から本テーマに関連する企業 102 社を選出した。選出する際の基準は以下の通りだ。

① 水素エネルギーに関連する企業

水素社会の実現には水素エネルギー技術を持つ企業が必要不可欠である。そのため水素輸送、水素発電、水素貯蔵技術などの水素関連技術を持つ企業をリストアップした。調査方法としては四季報、日経電子版、Yahoo!ファイナンス、その他ネットニュースを精査する方法をとった。

② 再生可能エネルギーに関連する企業

水素を中心としたカーボンフリー社会を実現するには化石燃料を使う発電方法を使用せず、再生可能エネルギーの発電方法を使用しなくてはならないため、再生可能エネルギー関連企業をリストアップした。

6-3 第2スクリーニング Sc.2



第1スクリーニングではその企業がどれほど水素及び再生可能エネルギー関連事業に注力しているか配慮せずにリストアップした。そこで第2スクリーニングでは第1スクリーニングを通過した 102 社に対し、「事業内容」、「グローバル化」、「職場環境」の3つの大きな視点で採点し、水素社会にし、ジェンダー平等などの SDGs にも配慮している企業を通過させた。評価基準は3区分 14 項目、点数は 48 点満点で採点した。それぞれの詳細な基準は図表 10 の通りである。

【図表 10】

指標		点数	採用理由
事業内容	質	今どのようにその事業に取り組んでいるか 0~4	事業の質が今後の技術発展の要になるため
	継続性	事業がこれからも続けられるものなのか 0~5	水素社会実現には時間がかかるため
	啓発活動	HP や YouTube などでもどれほど啓発活動をしているか 0~7	短期間で水素社会を実現するには人々の意識を変えなくてはいけないため
	開発研究	何の製品を生産し、現在どのような技術を開発しているか 0~7	解決すべき課題は多く技術革新が必要であるため
	主体性	その分野でのリーダーシップが発揮できているか 0~3	水素という未完成である分野の中でシェアを獲得するにはリーダーシップが必要不可欠であるため
	先進性	事業の内容が先進的であるか 0~4	この分野は日々進化が求められるため
グローバル化	HP の多言語化	HP の多言語化に関する指標 0~2	グローバルな視点が求められる今、さまざまな国と連携して成長していかなくてはならない、また水素事業で世界とパートナーシップを結ぶ必要があるため
	海外拠点国数	拠点がある国の数 0~3	
職場環境	えるぼし	女性の職場生活における活躍の認定制度 0~3	3-2でも上がったように日本の課題としてジェンダー平等の実現や福祉関連での遅れなどがある。それらについての制度に認定されている企業がこれからの日本の社会を明るくしていくために重要な役割を担う、と考えられるため
	くるみんマーク	子育てに関する認定制度 0~2	
	ダイバーシティ	性別や人種、そしてキャリアや経験などの多様性の認定制度 0 or 2	
	なでしこ銘柄	女性活躍推進に優れた上場企業を認定する制度 0 or 2	
	健康経営優良法人	健康増進の取り組みをもとに健康経営を実践している企業の認定制度 0 or 2	
	LGBT	企業の HP に LGBT 関連のことが記載されているか 0~2	

6-4 第 3 スクリーニング Sc.3



第 1、2 スクリーニングを通過した企業 50 社は水素社会実現のための技術を保有し、またそれらの事業に対して注力していることがわかっている。そのため第 3 スクリーニングではそれらの企業を財務の面から評価し選出させることにした。評価方法としては「収益性」、「安定性」、「成長性」、「割安性」の 4 区分 10 項目について実施し、108 点満点で評価した。また点数について収益性、安定性、成長性については 30 点満点とし、割安性については 18 点満点とした。これには理由がある。まずほとんどの企業で水素事業は赤字になっており水素社会を実現し、黒字化するには多くの時間がかかる。そのため企業には体力が必要であり「収益性」、「安定性」、を重視した。また今後日本が水素社会を牽引する企業になって欲しく「収益性」についても重視した。それぞれの詳細な基準は図表 11 の通りである。

【図表 11】		指標	指標の説明	評価基準	点数
収益性	ROE	自己資本に対してどれだけの利益が生まれたかを示す指標 $\frac{\text{前期純利益}}{\text{自己資本}} \times 100 (\%)$	20～(20 以上)	12	
			15～20	10	
			10～15	8	
			5～10	5	
			0～5	3	
			-1～0	2	
			～-1	0	
	ROA	総資産に対してどれだけの利益が生まれたかを示す指標 $\frac{\text{前期純利益}}{\text{総資産}} \times 100 (\%)$	5～	8	
			3～5	6	
			1～3	4	
			0～1	2	
			-1～0	1	
			～-1	0	
	売上高経常利益率 (業界平均比較)	営業活動、財務活動の両方の収益を示し、企業の業績を示す指標。今回は各業界と比較して得点を出した。 $\text{売上高経常利益率} = \frac{\text{経常利益}}{\text{売上高}} \times 100$ 数値 = 売上高経常利益率 ÷ 各業界平均	3～	10	
			2～3	8	
1～2			5		
0.6～1			3		
0.4～0.6			1		
～0.4			0		
安定性	流動性比率 $\frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}} \times 100 (\%)$	300～	15		
		200～300	10		
		150～200	8		
		120～150	6		
		100～120	4		

成長性			60~100	2
			~60	0
	自己資本比率	負債を含む総資産に対して自己資本を示す指標で高いほど借入金が少なく健全な経営を行っていることがわかる。 $\frac{\text{純資産}}{\text{総資産}} \times 100 (\%)$	80~	15
			70~80	13
			40~70	10
			20~40	6
			0~20	4
			-4~0	1
~-4			0	
成長性	売上高年平均成長率	売上高が平均で年にどのくらい成長しているかを示す。今回は新型コロナウイルスの流行による売上高の急減などを考え「流行前」2017~2019「流行後」2017~2020、「予想値」2017~2022の年平均成長を求めそれぞれ5点満点で採点しその合計を得点とした。(N=2019,2020,2022) $\left(\frac{N \text{ の売上高}}{2017 \text{ の売上高}}\right)^{\frac{1}{N-2017}} - 1 (\%)$	21~	5
			6~21	4
			0~6	3
			-10~0	2
			-20~-10	1
			~-20	0
	経常利益年平均成長率	経常利益が平均で年にどれほど成長しているかを示す。得点方法は売上高年平均成長率と同じである。(N=2019,2020,2022) $\left(\frac{N \text{ の経常利益}}{2017 \text{ の経常利益}}\right)^{\frac{1}{N-2017}} - 1 (\%)$	21~	5
			6~21	4
			0~6	3
			-10~0	2
			-20~-10	1
			~-20	0
割安性	前期実績 PER	株価と企業の純利益との関係を示す指標。株価の割高、割安を示す。 $\frac{\text{株価}}{\text{一株あたり当期純利益}}$	30~	1
			20~30	2
			15~20	4
			10~15	5
			5~10	6
			1~5	1
			~1	0
	PBR	株価と一株あたりの純資産の関係を表す指標。PERと同様株価の割高、割安を示す。 $\frac{\text{株価}}{\text{一株あたり純資産}}$	2~	1
			1.4~2	2
			1.2~1.4	4
			1~1.2	6
			0.8~1	7
			0.6~0.8	5
			0.2~0.6	1

配当利回り	購入した株に対して一年間でどれだけの配当を受け取ることができるかを示す指標。 $\frac{\text{一株あたりの配当金額}}{\text{株価}} \times 100 (\%)$	~0.2	0
		5~	5
		4~5	4
		3~4	3
		2~3	2
		1~2	1
		~1	0

6-5 ポートフォリオ

通常ならばポートフォリオには第3スクリーニングより上位 20 社を組み込むべきだが、私たちは第2スクリーニングより上位 3 社、第3スクリーニングより上位 17 社を組み込んだ。なぜ第2スクリーニングより 3 社選んだかという、現状財務面であり特色を表すことができていないが、それらの企業には世界的にも高度な水素技術を持っており、今後水素エネルギーに注目が集まることによって成長するだろうと考えたからである。(6-7)

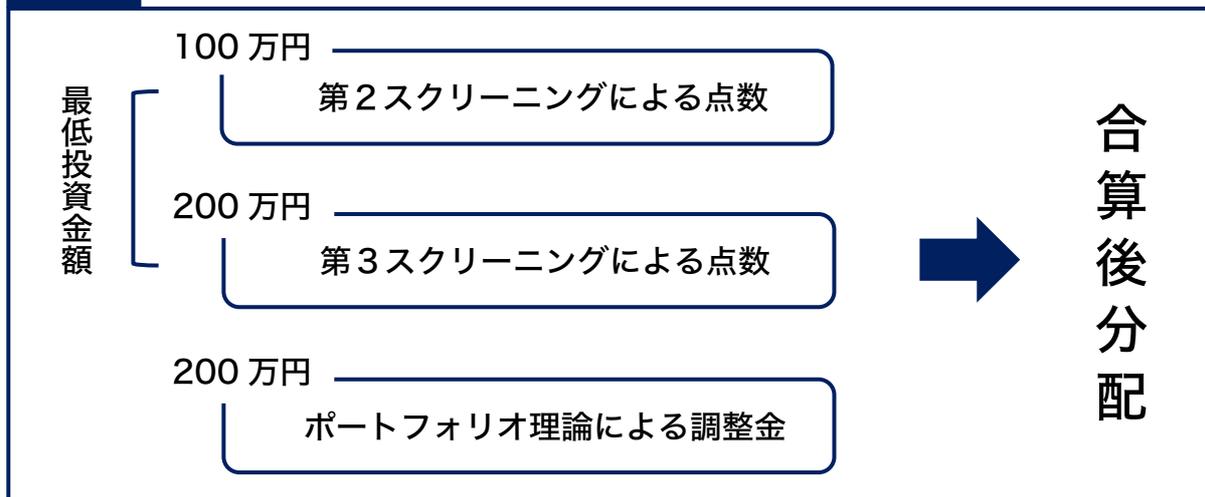
6-6 分配



最後に 20 銘柄の投資比率の決定手段について述べていく。

投資比率を決定する上で私たちは「マーコウィッツのポートフォリオ選択モデル」（以下ポートフォリオ理論とする）および「トービンの分離定理」を参考とし、投資比率は、図表 12 のような 3 項目に分けて計算した。

図表 12



① 最低投資金額の決定

初めに 500 万円のうち 300 万円を最低投資金額とし、そのうち 100 万円を Sc.2 の総合点から、200 万円は Sc.3 の総合点から分配した。これには Sc.2 を用いて投資することによって水素・再生可能エネルギー事業に注力している企業に多めに投資するためである。また私たちは歴史カルデータ方式のポートフォリオ理論を使っているため未来のリスク及び期待リターンを正確

に表せるわけではないため最低投資金額を設定し最低限の分散投資をすることにした。最低投資金額の式は式 1 である。

式 1

$$\text{銘柄 } i \text{ の最低投資金額} = \frac{\text{Sc.2 の銘柄 } i \text{ の得点}}{20 \text{ 銘柄の Sc.2 の合計得点}} \times 100 \text{ 万} + \frac{\text{Sc.3 の銘柄 } i \text{ の得点}}{20 \text{ 銘柄の Sc.3 の合計点数}} \times 200 \text{ 万}$$

② ポートフォリオ理論

ポートフォリオ理論とは複数の金融資産や銘柄に分散して資金を投資し、1 つの金融資産や銘柄が値下がりしても他の金融資産の値上がりで相殺され、全体で大きな損失が出るのを回避しようとする考え方である。そしてそのリスクとリターンの期待値はそれぞれポートフォリオの標準偏差と各株式の銘柄の期待リターン（月次収益率）を定量的に足した数値である。

(ア) 個別銘柄の期待リターン

まず個別銘柄の月次収益率 $R_{i,t}$ を求める(式 2)。但し今回は配当金を含まずに計算した。

式 2

$$R_{i,t} = \frac{S_{i,t+1} - S_{i,t}}{S_{i,t}}$$

$S_{i,t}$: 銘柄 i の t 期における株価

そしてその月次収益率を基準に個別銘柄の期待リターンを求める。個別銘柄の年次期待リターン $E(R_i)$ の求め方は式 3 の通りである。式 3 は銘柄 i の月次収益率の平均値を年次に変換したものである。

式 3

$$E(R_i) = \frac{12}{120} \sum_{t=1}^{120} R_{i,t}$$

(イ) ポートフォリオの期待リターン

ポートフォリオの期待リターン $E(R_p)$ は式 4 で求める

式 4

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i + E(R_i)$$

W_i : 銘柄 i のポートフォリオ構成比率

n : 銘柄数

$\text{Cov}(R_i, R_j)$: 銘柄 ij の共分散

(ウ) ポートフォリオのリスク

ポートフォリオの分散 σ_p^2 を求める。式は式 5 である。

式 5

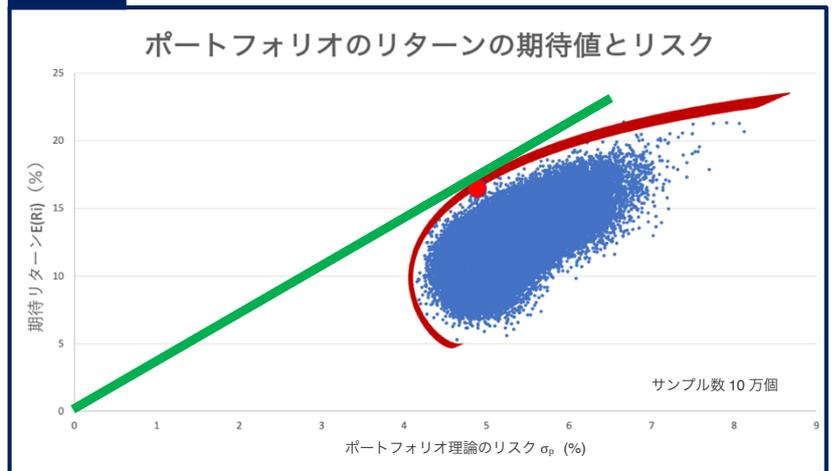
$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \text{Cov}(R_i, R_j) = [W_1 \quad \dots \quad W_n] \begin{bmatrix} \text{Cov}(R_1, R_1) & \dots & \text{Cov}(R_1, R_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(R_n, R_1) & \dots & \text{Cov}(R_n, R_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

(エ) リスクと期待リターンのグラフ

これまでで求められてきたポートフォリオのリスク (σ_p) とリターン ($E(R_i)$) の組み合わせをグラフで表すと図表 13 の通りである。マーコウィッツのポートフォリオ選択モデルからポートフォ

リオの、リスクとリターンは青い点で表される。また「同リスクで最も期待リターンの集合」を示しているのが赤い太線である効率的フロンティアである。私たちはこの効率的フロンティアから一つ選択する方法に「トービンの分離定理」を使うこととした。これはマーコウィッツのポートフォリオ選択モデルに無リスク資産を加えたもので、最適なポートフォリオは「リスク・フリーレートと効率的フロンティアとの接線の直線（資本市場線：緑色の太い直線）と効率的フロンティアとの接点（マーケットポートフォリオ）」である。今回は無リスク資産を現金、マーケットポートフォリオを赤い点とした。

図表 13



の接線の直線（資本市場線：緑色の太い直線）と効率的フロンティアとの接点（マーケットポートフォリオ）である。今回は無リスク資産を現金、マーケットポートフォリオを赤い点とした。

6-7 決定したポートフォリオ 『To Hydrogen』

証券番号	主要市場	企業名	構成比率	投資金額	選定元
6299	東証二部	神鋼環境ソリューション	7.16%	358,000 円	Sc.3
5659	東証一部	日本精線	7.02%	351,000 円	Sc.3
7012	東証一部	川崎重工業	6.90%	345,000 円	Sc.2
8131	東証一部	ミツウロコグループ	6.79%	339,500 円	Sc.3
1407	JASDUQ	ウエストホールディングス	6.50%	325,000 円	Sc.3
8015	東証一部	豊田通商	6.02%	301,000 円	Sc.3
8133	東証一部	伊藤忠エネクス	5.91%	295,500 円	Sc.3
5631	東証一部	日本製鋼所	5.75%	287,500 円	Sc.3
9514	東証一部	エフオン	5.48%	274,000 円	Sc.3
7004	東証一部	日立造船	5.13%	256,500 円	Sc.2
1942	東証一部	関電工	4.66%	233,000 円	Sc.3
7203	東証一部	トヨタ自動車	4.29%	214,500 円	Sc.3
6331	東証一部	三菱加工機	4.26%	213,000 円	Sc.3
8088	東証一部	岩谷産業	3.92%	196,000 円	Sc.2
3407	東証一部	旭化成	3.79%	189,500 円	Sc.3
9531	東証一部	東京瓦斯	3.63%	181,500 円	Sc.3
9519	東証一部	レノバ	3.51%	175,500 円	Sc.3
9517	東証一部	イーレックス	3.24%	162,000 円	Sc.3
1887	東証一部	日本国土開発	3.16%	158,000 円	Sc.3
5020	東証一部	ENEOS ホールディングス	2.71%	135,500 円	Sc.3
		現金資産	0.12%	8,500 円	

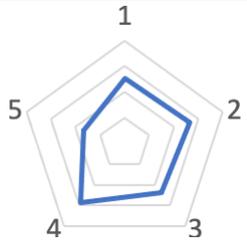
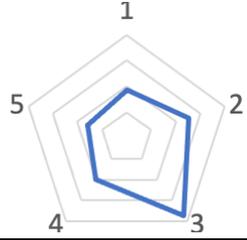
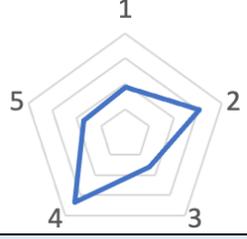
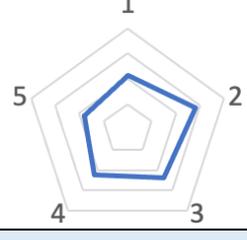
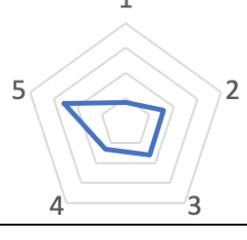
※計算の際に四捨五入したため現金資産がある

7. ポートフォリオの事業紹介

※レーダーチャートについて 1：収益性、2：成長性、3 安定性、4：割安性、5：Sc.2 の得点

証券番号	企業名	業種	比率	購入金額
主要事業説明		本テーマ関連事業説明		レーダーチャート
1407	ウエストホールディングス	建設業	6.50%	325,000 円
大、中、小様々な規模のメガソーラーを全国に設置し、地方創生、未利用地の活用を目的としながら電気を発電し、家庭、企業に電気を提供している。		発電は太陽光発電を主軸とした再生可能エネルギー事業を展開している。またタイから ASEAN 全域にエネルギーソリューションを展開し脱炭素社会の実現を目指す。		
1887	日本国土開発	建設業	3.16%	158,000 円
電源、治水、地資源開発、土壌浄化、水質浄化の環境保全、廃棄物の収集、再生利用を行なっている。		企業理念と SDGs の 7、9、11、13 の思想が合致しているとして、2020 年 8 月までに 13 箇所にソーラーパネルを設置している。		
1942	関電工	建設業	4.66%	233,000 円
建築物の電気、空気、給排設備工事、保守点検を行い新たなリニューアル工事を手がける。またシンガポール、などに拠点を置き、日系企業の電力工事を手掛ける。		コージョネレーションシステムを施設内に設置し、化石燃料を効率よく利用して、二酸化炭素の排出を防ぎ、また変電設備まで一貫した太陽光発電、風力発電を行う。		
3407	旭化成	建設業	3.79%	189,500 円
化学繊維などのマテリアル領域、建材、住宅などの住宅領域、医療薬製造などのヘルスケア領域の3つの事業を行う。		アンモニア製造時に使用していたアルカリ水電解システムという独自のシステムを使い、電気分解を行って水素を作っている。		
5020	ENEOS ホールディングス	石油・石炭製品	2.71%	135,500 円
エネルギー事業、非鉄資源の安定供給を目指した金属事業、資源開発を行う石油・天然ガス事業を行なっている。		水素ステーションを3つの種類に分け提供し、水素製造出荷メーカーを神奈川に設置し水素供給サプライチェーンを構築している。		

※レーダーチャートについて 1：収益性、2：成長性、3 安定性、4：割安性、5：Sc.2 の得点

証券番号	企業名	業種	比率	購入金額
主要事業説明		本テーマ関連事業説明		レーダーチャート
5631	日本製鋼所	機械	5.75%	287,500 円
世界で数少ないプラスチック原料を作るプラスチック製品の製造における様々な商品の機械装置を手掛けていて「世界トップの総合樹脂機械メーカー」と呼ばれている。		水素を常温かつ低圧に貯蔵することができる水素吸蔵合金を用いた水素貯蔵設備など、今までに材料と水素を融合させた製品を提供している。		
5659	日本精線	鉄鋼	7.02%	351,000 円
ばね、ネジなどのステンレス鋼線、ニット、ナスロンなどの金属繊維、メタル、フィルターの3つの種類の生産を行っている。		燃料電池をはじめとし、高純度水素ガスの製造、生成分野の適用可能なバランス合金を使った水素分離膜モジュールを開発し、高純度な水素を製造している。		
6299	神鋼環境ソリューション	機械	7.16%	358,000 円
上水下水、汚泥などの水処理、廃棄物処理、化学、食品機械の生産を行っているだけでなく、金属ナトリウム分散体、ユーグレナの生産などの新事業にも手をつけている。		固体高分子電解質膜を用いて水道水から高純度の水素ガスを供給する装置を2020年1月までに190基開発した。		
6331	三菱化工機	機械	4.26%	213,000 円
医薬、半導体、太陽電池、非鉄、水処理、食品、船舶と様々な事業を行い各分野で多くの製品を開発している。		廃棄物などの有機性資源から電力エネルギーを回収するバイオマス発電や都市ガスやLPGを原料に水蒸気改質法で高純度の水素ガスを作るHyGeiaを製造した。		
7004	日立造船	機械	5.15%	256,500 円
造水、水処理、船用機器、プラント機器、半導体、食品、医療関連機器、防災設備など様々な事業を行なっている。		水を電気分解して高純度の水素を作るオンサイト型水素発生装置を製造した。「炭素循環モデルの構築実証事業」に取り組んでおり、環境省に採択されている。		

※レーダーチャートについて 1：収益性、2：成長性、3 安定性、4：割安性、5：Sc.2 の得点

証券番号	企業名	業種	比率	購入金額
主要事業説明		本テーマ関連事業説明		レーダーチャート
7012	川崎重工業	機械	6.90%	345,000 円
<p>輸送システム、エネルギー環境、産業機器という 3 つの分野を軸に社会の様々な課題に対し、ソリューションを提供している。</p>		<p>褐炭から水素をつくり、液化水素の運搬船で水素をはこび、コンテナやタンクで水素をため、燃料電池自動車やガスタービン発電で水素をつかうインフラ設備を行う。</p>		
7203	トヨタ自動車	輸送用機器	4.29%	214,500 円
<p>自動車の関連部品、用品の設計・製造・販売、金融事業を行なっている。「モノづくりを通じて社会に貢献する」という理念で、品質・安全を最優先で事業に取り組んでいる。</p>		<p>水素分野におけるグローバル連携などを促進する新たな団体「水素バリューチェーン推進協議会」の準備委員会の立ち上げや、水素ステーションも稼働している。</p>		
8015	豊田通商	卸売業	6.02%	301,000 円
<p>金属、自動車、機械、化学製品、食料、アフリカでの事業開発など、7 つの事業領域とそれをサポートするコーポレート部門より事業を展開している。</p>		<p>定地式水素ステーションの運営、下水汚泥を処理する過程で発生するバイオガスから水素を製造し燃料電池自動車 (FCV) に供給する取り組み等を行なっている。</p>		
8088	岩谷産業	卸売業	3.92%	196,000 円
<p>総合エネルギー企業その他、産業用の広範囲なガスそれらから派生したマテリアル事業、自然産業事業など、幅広い分野事業観測を図っている。</p>		<p>液化水素製造のプラントの稼働を開始し、エレクトロニクス、太陽電池分野などへ液化水素供給を行う他、水素ステーションの整備にも尽力されている。</p>		
8131	ミツウロコグループHD	卸売業	6.50%	339,500 円
<p>ガス事業をはじめとし、様々な分野に取り組んでいる。社会や顧客のニーズの変化を読み取り、豊かなくらしの担い手として新たな価値を供給するという強みがある。</p>		<p>石油製品、自動車用の LP ガスや CNG 供給。固定燃料、太陽光発電システムやリチウムイオン電池、家庭用燃料電池の製造などを行なっている。</p>		

※レーダーチャートについて 1：収益性、2：成長性、3 安定性、4：割安性、5：Sc.2 の得点

証券番号	企業名	業種	比率	購入金額
主要事業説明		本テーマ関連事業説明		レーダーチャート
8133	伊藤忠エネクス	卸売業	5.91%	295,500 円
<p>色々な場所へ、「社会と暮らしのパートナー」として全国に、社会インフラから、暮らしと心を豊かにするエネルギーを展開する事業を行っている。</p>		<p>LP ガス（都市ガス）、石油、太陽光発電からによる電力、熱供給、多彩なスマートエネルギーなどから自宅、自動車、産業ビジネスまで、ニーズに応える様々な事業を行う。</p>		
9514	エフオン	電気・ガス業	5.48%	274,000 円
<p>バイオマス発電や電力の供給を行なう他、省エネ活動の支援を行っている。この取り組みは、地域の木材を使う事などで地域経済の活性化にもつながる。</p>		<p>木質燃料の最適燃焼を目指したバイオマス発電や、環境価値付き電力の供給、施設の更新・運用の改善、室内環境の改善などの省エネ活動の支援に取り組んでいる。</p>		
9617	イーレックス	電気・ガス業	3.24%	162,000 円
<p>国内トップクラスの発電量を誇るバイオマス発電を主とし、発電や電力供給に取り組んでいる。</p>		<p>バイオマス燃料の調達・供給や発電事業。安定供給を目指した電力のトレーディング事業、環境にやさしい電力をより安く提供する小売事業などを主に取り組んでいる。</p>		
9519	レノバ	電気・ガス業	3.51%	175,500 円
<p>再生可能エネルギーの発電事業を計画から発電まで一貫して行う事業や、啓発活動にもつながる取り組みも行っている。</p>		<p>太陽光、洋上風力・陸上風力、バイオマス、地熱など、幅広い再生可能エネルギーを扱っている。近隣の人々に発電の様子が見てもらえる様に展望台を設置するなどしている。</p>		
9531	東京瓦斯	電気・ガス業	3.68%	181,500 円
<p>ガスや電気の製造・供給及び販売やエンジニアリングソリューション事業、ガス器具、ガス建設等を行っている。</p>		<p>ガスでは特に、エネルギーセキュリティの強化、エネルギーコストの低減、エネルギーシステムの革新のために、LNG バリューチェーンの高度化を目指している。</p>		

8. 投資結果の分析

8-1 短期的分析 累積リターン

私たちは計 3 回のスクリーニングによって 20 社のポートフォリオを構築した。今回組み込んだ 20 社は水素関連企業であるため、水素産業に注目が集まるまでは比較的安定的に日経平均及び TOPIX に沿った値動きになり、注目が集まると株価が上がるテーマ株の性質があると考えられる。

今回は 2019 年 4 月 1 日～2020 年 12 月 25 日の株価をもとに、ポートフォリオ、日経平均、TOPIX の累積リターンを計算し、表にまとめた。

結果は図表 14 の通りである。2020 年 10 月 26 日に菅内閣総理大臣所信表明演説が行われ、2050 年までに実質温室効果ガス排出をゼロにする脱炭素社会を目指すことが宣言された。その後の政策においても脱炭素化に向け水素利用を推進することなどが発表されたため 10 月下旬からポートフォリオの累積リターンが他の主要株価指数に比べ大幅に増加していることがいえる。これらのことから予想は正しいといえる。

図表 14 累積リターン



※Apr-19：2019年4月1日

8-2 長期的分析 各種分析データ

8-1 によって直近の株価変動を視覚的に理解することができた。次はこれまでに説明してきた「月次期待リターン」、「リスク」に加え「シャープレシオ」、「ソルティノレシオ」、「VaR」の 5 つの面からも分析した。これら指標をポートフォリオ及び国内主要株価指数のデータと比較したのが図表 15 である。データは 2011 年 4 月から 2020 年 12 月の月次データを用いた。ポートフォリオに関してはそれらのデータがある 17 銘柄のみ分析した。

図表 15	17 銘柄ポートフォリオ	日経平均株価	TOPIX	日経 JASDAQ	マザーズ指数
月次期待リターン	1.42%	1.36%	0.95%	1.50%	1.20%
リスク	4.97%	5.10%	4.88%	10.18%	5.10%
シャープレシオ	0.29	0.27	0.19	0.15	0.24
ソルティノレシオ	0.39	0.35	0.25	0.40	0.19
VaR	-8.34%	-9.58%	-8.97%	-9.74%	-18.23%

① 月次期待リターン — (式 4)

図表 15 によると、期待リターンは日経 JASDAQ を除く国内主要株価指数を上回っているものの、日経平均株価とほとんど大差のないものとなっている。今回このような結果になった背景としては 10 年間という超長期のリターンを見たからだと考える。本ポートフォリオはテーマ株であるため今後伸びる可能性は十分ある。

② リスク — (式 5)

図表 15 から、TOPIX よりは劣るものの、他の指標と比べリスクが低いことがいえる。①と②から比較的低いリスクで高いリターンを得ているが特段良いとは入れない。可能性としてはこの 1 年間のみを見たら 8-1 からリターン及びリスクは良くなるのではないかと考える。

③ シャープレシオ

シャープレシオとはリスクに対して得られるリターンが多く、効率的であることを示す指標である。求め方は式 6 である。図表 15 によるどの主要株価指数を全て上回っているため効率的にリターンがあるということはいえる。

式 6

$$\frac{\text{リスクプレミアム}}{\text{リスク}} = \frac{(\text{ポートフォリオの収益率} - \text{無リスク資産の収益率})}{\text{ポートフォリオの収益の標準偏差}}$$

④ ソルティノレシオ

シャープレシオで用いられたリスクは分散であるためプラスの方向への分散もリスクと捉えている。プラスの方向への分散はリスクと捉えなくても良いのでマイナスの方向への分散を見たい。そこで私たちはソルティノレシオを使うことにした。ソルティノレシオは式 7 で表すことができる。図表 15 によると日経 JASDAQ と比較すると若干効率が落ちているが、それ以外の指標と比べ良いといえる。ここから下方リスクに対してより高いリターンを得ることができていることを示している。

式 7

$$\frac{\text{リスクプレミアム}}{\text{下方リスク}} = \frac{(\text{ポートフォリオの収益率} - \text{無リスク資産の収益率})}{\text{ポートフォリオの収益の負の標準偏差}}$$

⑤ VaR

長期分散投資をするにあたっては、投資を続行できなくなるほどの損失を被らない信頼性が必要である。そこで用いたものが VaR である。これは確率 a% で起こりうる最大の損失を示すものでそれを「予想最大損失」という。今回は VaR の計算方式のうちデルタ法を用いて、確率は 95% とした。計算方法には Excel の NORMINV 関数を使った。

図表 15 によると国内主要株価指数に比べリスクは少なく比較的安定的なポートフォリオだといえるだろう。

8-3 個別銘柄の分析

銘柄名		チャート
ウエストホールディングス		
1407		
概要	考察	
<p>コロナ・ショック時に大幅な下落を見せず、2020年3月から248%の上昇を見せている。</p>	<p>これほどまでの株価の上昇を見せた理由には2つほどあると考えられる。一つにはコロナ禍の間に売上、経常利益ともに伸ばしていることがいえるだろう。また本企業は太陽光発電工事をはじめとした再生可能エネルギー事業をしている。2020年アメリカ合衆国大統領選挙においてクリーンエネルギー政策を一つに掲げるジョー・バイデン候補が優勢になったことに加え日本国政府が2050年までに脱炭素を掲げたことにより、市場が再生可能エネルギー事業を重要視し始めたことが、本企業の急激な株価の上昇の要因だといえる。</p>	
銘柄名		チャート
岩谷産業		
8015		
概要	考察	
<p>コロナ・ショック時に少し値が下がったが、大きな変化は見せなかった。10月以降急激に上昇し、1990年以来の30年ぶりの高値となっている。</p>	<p>株価が10月に上昇した理由には26日に菅内閣総理大臣の所信表明で2050年に温暖化ガスの排出に実質ゼロを目指す「脱炭素宣言」を掲げたことが挙げられる。他の水素関連企業も株が上がる中で国内に水素ステーションを38カ所持ち、水素市場で70%のトップシェアを握る水素に深く関わっている岩谷産業はこれにより大きく上げ幅を広げたと考えられる。</p>	

8-1,2,3 を通して本ポートフォリオは長期的に見ると主要株価指数に沿う形で比較的安定的であり、また脱炭素社会や水素社会に注目が集まっている直近を見るとどの主要株価指数よりもリターンが高いため本ポートフォリオは信頼が高く、今後さらに注目が集まると株価は上がっていくといえるだろう。

9. 投資家へのアピール

水素社会は水素エネルギーを様々な分野、例えば自動車では燃料電池自動車、家庭では家庭用燃料電池「エネファーム」などを用いて運営する。再生可能エネルギーを用いて作られた水素エネルギーは製造から使用まで CO2 を排出しない「カーボンフリー」なエネルギーである。またモビリティ分野は現在 AI や IoT、さらには IoE（すべてがインターネットで繋がること）と、最先端の技術に取り組んでおり、その業界と連携して新たなサービスを作り出すことができれば車の安全性や環境性能、都市部の渋滞緩和、移動手段の確保などによる地方創生も期待できる点で、豊かな暮らしが実現できると考えられる。現在日本をはじめ、ドイツ、中国、アメリカなどが研究・開発に取り組んでおり、新エネルギーとして世界中から注目を集められている。現状、水素で利益を出している会社はほとんどない、という事は確かに事実である。だが、逆に**今水素社会関連事業に投資するべき**であるといっても過言ではない。その理由として、三つ挙げる。

一つ目に**日本が抱えている SDGs の問題の多くを、水素社会が解決してくれること**だ。「3-2 日本の課題」で述べたように、水素社会は SDGs の「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」を直接解決してくれる。エネルギー問題は地球温暖化などの気候変動、それに伴い生態系の崩壊にもつながっている。SDGs の「気候変動に具体的な対策を」「海の豊かさを守ろう」「陸の豊かさを守ろう」がそれに相当する。今あげた目標は日本が特に遅れをとっているものであり、それを水素社会の実現が間接的に解決することもできる。

二つ目に**現在水素社会に向けた動きが急速に進行していること**だ。早稲田大学の関根先生は、「現在の状況下でも水素に関する事業は進展を続けている、新型コロナウイルス感染症流行前と比べればはるかに進展がある」とおっしゃっていた。また最近のニュースでも菅内閣総理大臣がエネルギー成長戦略で水素を取り上げることが増えてきている。世界的に見ても先程述べたように様々な地域で水素事業に取り組み始めている。2050 年の低炭素社会に向け、現在日本を含め様々な企業が動き出し、成長性も高くなってきている。現状利益を出していないが、長期的に見ると、現在と比べより多くの利益を出すことができる点で、今投資するべきだといえる。

最後に**水素社会関連事業に関する支援の重要性**だ。水素エネルギーを用いる際の問題点として、専門家、企業の方々が口を揃えておっしゃる「コストが高さ」についても投資を通して支援できる他、訪問した 2 社の方々は、どちらも「水素社会を実現したい」という強い意志が感じられた。企業が赤字を出してまでの事である。それほど普及させたいという情熱に応えるべきだ。

ポートフォリオの” To Hydrogen”にはこれらの意味を込めた。

‘from carbon to hydrogen’ 「炭素から水素へ」

‘going to hydrogen’ 「将来の水素社会に向けて」

‘To hydrogen’ 「水素社会を実現させるために」

地球温暖化などの環境破壊を一刻も早く食い止めるために、そして水素社会関連企業がより事業を展開できるように、そして何より、これから住みやすい暮らしにするために、これらの企業に投資するべきであると考えます。

10. 日経ストックリーグを通して学んだこと

私たちは日経ストックリーグにコロナ禍での参加となったため会議などを実際に会って行うことが難しく Web 会議システムを使う形になった。実際に会えないためコミュニケーションを上手くすることができず議論を重ねてもなかなか進まない日々が続いた。しかしスクリーニングやレポート作成時に失敗をしながらも、チーム全員で協力しあいながら最終的にレポートを完成させることができたことは今までにない達成感を得られた。この経験の中で特に学べたと感じたものは3つある。

1つ目は株式についてだ。今までニュースなどでしか名前を聞いたことがなく、最近になって公民の授業で軽く触れただけであった株式が、日経ストックリーグを通して株価指標やポートフォリオ理論についての大切さなどを知ることができ、日々動く株価についても興味を持つことができた。また株式投資は「企業に寄付するのではなく、その企業の事業に参加することだ」と公民で習ったが、専門家、企業への取材や企業の Web サイトを通してそれぞれの企業について深く知ることができたことなどによって体感することができた。今後も株を意識してみようと思う。

2つ目は市場の変動の速さである。私たちが水素社会に注目し始めた8月上旬はまだ水素社会についてのニュースは3日に1度小さく上がるなど、注目されることも実現することも当分先だろうと考えていた。しかし菅首相やバイデン氏などの影響によって10月ごろから急激に水素社会をはじめとした脱炭素化に注目が集まった。その影響で水素関連のニュースをテレビや新聞で毎日のように見るようになり、水素関連銘柄株価の急激な上昇が起こった。ほとんど注目されていなかった分野が少しのきっかけによりこれほどまでに意識が変わる市場の変動の速さに驚き感心した。

3つ目は国際的な目標であるSDGsの日本の現状について知ることができた。私たちは今回のレポートでエネルギー問題について扱ったが、日本はジェンダー平等や海、陸上の環境といった目標でも課題を残している。このように日本は未だ多くの問題を抱えているため、SDGsを通して、水素などのエネルギー分野だけでなく他の課題についてもより深く掘り下げていこうと思った。

最後にこのレポートは貴重な時間を割いて水素社会に関する展望や思いなどを私たちにもわかりやすく教えていただいた専門家の方々、企業の方々のお力添えがなければ完成し得ないものでした。この場をお借りし厚く御礼申し上げます。また文章の添削や訂正の指導をしていただいた先生方にも厚く感謝申し上げます。以下にレポート作成にご協力して下さったの方々のお名前を掲載させていただきます。

- ・早稲田大学理工学術院教授 関根泰先生
- ・千代田化工建設株式会社 池尻明紀様
- ・日本大学理工学部特任教授 西宮信幸先生
- ・市川学園教員 守脇竜彦先生
- ・岩谷産業株式会社 二宮大祐様
- ・市川学園教員 吉田康彦先生
- ・千代田化工建設株式会社 大城昌晃様
- ・市川学園教員 北圃鉄朗先生

1 1 . 参考文献

1 1-1 図表

図表 1：ベルテルスマン財団開示資料(編集)

図表 3：IEA Data and statistics より作成

図表 4：経済産業省開示資料より編集

図表 5：関西電力開示資料より編集

図表 6：岩谷産業 水素エネルギーハンドブックより編集

図表 7：関西電力開示資料より作成

図表 9：千代田化工建設開示資料

1 1-2 参考資料

- ・グロービス経営大学院 『[新版] グロービス MBA ファイナンス』
- ・小澤祥司 『「水素社会」はなぜ問題か』
- ・小川典子 『「脱炭素化」はとまらない！-未来を描くビジネスのヒント-』
- ・東洋経済 『会社四季報 2020 年夏号』『会社四季報 2020 年秋号』
- ・関根泰 『日本学術会議シンポジウム資料 2019』
- ・岩谷産業 『水素エネルギーハンドブック』
- ・Bertelsmann Stiftung 『Sustainable Development Report 2020』
- ・千代田化工建設 『水素社会と千代田化工の取り組み』
- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 『水素エネルギー白書』
- ・資源エネルギー庁 『2020 年 エネルギー白書』
- ・環境省 『水素サプライチェーン事業化に関する調査・報告書』
- ・神戸市 『水素スマートシティ神戸構想』

<https://www.city.kobe.lg.jp/a22668/shise/kekaku/kikakuchosekyoku/energy/hydrogen/20190106040301.html>

- ・チューリッヒ保険会社 『モビリティの意味とは。』 <https://www.zurich.co.jp>
- ・株式会社フジキン 『持続可能な社会への切り札水素とは？』 <https://www.fujikin.co.jp/hydrogen/about.html>
- ・各省庁 Web サイト
- ・各社 Web サイト
- ・日経ストックリーグ過去入賞作品
- ・日経新聞

※各種データの出典

- ・Yahoo ファイナンス <https://finance.yahoo.co.jp>
- ・バフェットコード <https://www.buffett-code.com>
- ・安全衛生優良企業マーク推進機構 <https://shem.or.jp>
- ・HYPER SBI：株価データ
- ・各社決算報告書