

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

平成28年度 研究活動報告書

高槻高等学校 2年6組 第2班

1. 背景（研究の動機、前年度までの成果）

近年、水素水がいろいろな会社から販売され、簡単に手に入るようになった。水素水には体内の活性酸素種の除去による老化防止や健康維持、美容などに効果があるとされ、話題になっている。しかし、一方でそれらの効果は科学的な証明がされておらず、疑問視されてもいる。そこで、水素水について様々な実験を行い、水にほとんど溶けない水素が商品中にどれほど含まれているのか、また、その水素水が普通の水と異なり、本当に世間でいわれているような効果があるのかに興味をもち、検証するためにこのテーマを選んだ。

2. 目的

水素水中に含まれる水素量を測定する。また、水素水に含まれる水素分子が活性酸素種を除去することができるのか検証し、その反応機構を考察する。

3. 活動の内容

3.1 出前講義

①日時：平成28年7月13日（水）

14時10分～15時00分

場所：高槻高等学校

講義題目：「研究の進め方」

講師：高橋 賢臣（大阪大学）

水素水中に含まれる水素量の測定方法や、水素水の還元力を評価するにはどのような手法があるのかを学び、本校での実験に適する方法について議論した。また、最終的に口頭発表を行うことを見据え、プレゼンテーション方法を学んだ。

②日時：平成28年11月16日（水）

場所：国立交通大学（台湾）

講義題目：I 「Recent Advances in Photon Science and Technology」

II 「日本と台湾における、進路と受験の意識の違い」

講師：I 増原 宏

II 杉山 輝樹（国立交通大学）

③日時：平成28年11月16日（水）

場所：台北医学大学（台湾）

講義題目：「台湾の医療」

講師：李 宏信

3.2 見学

①日時：平成28年11月16日（水）

場所：国立交通大学（台湾）

見学の目的：国外の大学の設備や研究の様子などを見学し、現地の学生と交流する。日本の大学との違いを肌で感じ、自らの進路やキャリア形成に活かしていく。

②日時：平成28年11月17日（木）（予定）

場所：祥儀企業、王鼎時間科迎体験館

見学の目的：台湾の最新技術を学び、体験する。

3.3 その他の活動

日時：平成28年11月15日（火）

場所：国立台中第一高級中学（台湾）

現地の理科の授業を英語で受け、現地校の学生と交流した。また、互いの研究成果の発表会を行い、異なる観点からの意見交換を行うことで、語学力だけでなく、今後の研究活動の更なる発展にもつなげることができた。

4. 研究の成果

（1）水素水の作製と還元性の確認

水素水の作製キット（クオシア）に付属している白金コロイド含有メチレンブルーを用いて以下の実験を行った。

①水素水に白金コロイド含有のメチレンブルーを滴下した。

滴下したメチレンブルーの青色が速やかに消え、無色になった。このことから、水素水は白金コロイド存在下においてメチレンブルーを還元するはたらきがあることがわかった。また、滴下した白金コロイド含有メチレンブルーの量から、水素の濃度はおよそ 6.8 ppm ($3.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$) であった。

②グルコース水溶液、スクロース水溶液、ポカリスエット（グルコースが含まれている）及び水素水のそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加え、白金コロイド含有のメチレンブルーを滴下した。

表 1 塩基性にした各水溶液に、メチレンブルーを滴下した際の色の変化

メチレンブルーを滴下した水溶液名	色の変化
グルコース水溶液	青色 → 無色
ポカリスエット	青色 → 無色
スクロース水溶液	青色
水素水	青色

これより、グルコースは還元糖である事からメチレンブルーを還元したと考えられ、スクロースは還元糖ではないためメチレンブルーを還元しなかったと考えられる。また、水素水は水酸化ナトリウム水溶液が存在する場合において、還元力を失うことがわかった。これは、水素水に含まれる H_2 が、水酸化ナトリウム水溶液の OH^- と反応し、水素水とメチレンブルーの反応を妨げるためだと考えられる。

③ 白金コロイドを含まないメチレンブルーの滴下

水素水の作製キット（クオシア）に付属しているメチレンブルーには白金コロイドが含まれていた。この白金コロイドは水素水が還元力を発揮する際に必要なものかを確認するため、メチレンブルー二水和物を水に溶かし、水素水に滴下した。

白金コロイド含有のメチレンブルーを滴下した場合は、①のとおりメチレンブルーが還元されたが、白金コロイドを含まないメチレンブルーを滴下した場合は、メチレンブルーは還元されなかった。

以上のことから、水素水が還元力を発揮するためには、塩基性以外の条件下であることや、白金コロイドの存在が必要であることがわかった。

(2) ルミノール反応を利用した活性酸素除去能の評価

水素水の効果として、体内の活性酸素を除去することで健康や美容に貢献することが挙げられる。そこで、水素水が活性酸素を除去できることを確かめるために、活性酸素である過酸化水素中のヒドロキシラジカルを水素水で除去できるかどうかの実験を行った。

過酸化水素が関わる反応の一つに、ルミノール反応がある。ルミノールが過酸化水素と反応して発光することを利用し、水素水の添加の有無によってその発光強度や照度に差が生じるかを検証した。

この実験では、次の 2 種類の過酸化水素水を用意し、それぞれルミノールと反応させて照度を測定した。

過酸化水素水 A : 30 %過酸化水素水を蒸留水で 3 %に希釈したもの

過酸化水素水 B : 30 %過酸化水素水を水素水で 3 %に希釈したもの

このふたつの条件で発光強度の違いを比較したところ、目視では違いが見られなかった。また、照度を測定しても、過酸化水素水 A とルミノールの反応においては 1.6 ルクス、B では 2.0 ルクスと、ほぼ同じ値を示した。

照度に違いが見られなかった原因として、次のことが考えられる。

- ・発光を塩基性条件下で行ったことで、水素水による活性酸素種の除去が妨げられた。
- ・水素水に含まれる水素が過酸化水素に対して少なく、過酸化水素水 B 中には多くの過酸化水素が除去されないまま存在しており、過酸化水素水 A、B どちらを用いても、ともにルミノールに対して過剰量加えた状態になっていた。
- ・(1) の結果より、水素水が活性酸素を除去するためには、白金コロイドが必要であり、水素水のみでは除去能がない可能性がある。

ルミノール反応を用いて活性酸素除去能をより正確に評価するためには、さらなる条件の最適化も必要であるが、水素水だけでは活性酸素種の除去には効果がないことも考えられる。ルミノール反応は塩基性にせざるを得ない反応であったので、これ以外の反応を用いて過酸化水素の除去能を評価するために、次の (3) を行った。

(3) 過酸化水素の分解反応を利用した活性酸素除去能の評価

(2) で得られた結果が正しいかどうかを検証するため、過酸化水素の分解反応により発生する酸素の体積が、水素水の有無で変化するか実験した。

C 30 %過酸化水素水 0.200 mL に純水 40 mL と二酸化マンガンを加えた。

D 30 %過酸化水素水 0.200 mL に水素水 40 mL と二酸化マンガンを加えた。

	酸素/mL
C 純水 40mL+30% H ₂ O ₂ 水 0.20mL	18
D 水素水 40mL+30% H ₂ O ₂ 水 0.20mL	17

この実験においても、常温では水素水を加えたことによる有意な差は確認されなかった。このことより、水素水中の水素と過酸化水素は反応しないことが示唆された。(1) ~ (3) の実験から、白金コロイド存在下のみ還元力が発揮される可能性がある。白金コロイド存在下では水素水中の水素と過酸化水素が反応するかどうかを検証したい。

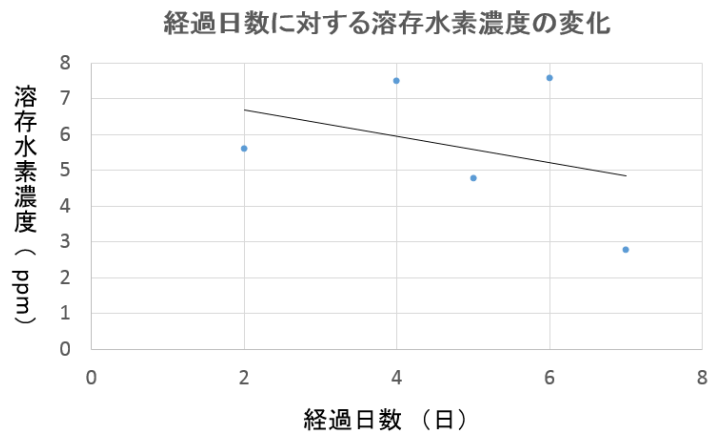
(4) 時間経過による水素水中の水素含有量の変化

本研究では、ペットボトルに純水とセブンウォーターの水素発生剤をいれ、フタをしめて密閉してから 24 時間以上静置することで水素水を作製している。完成した水素水中に含まれている水素の量が時間

経過とともにどのように変化するか実験した。

①ペットボトルを密閉した状態での水素濃度の変化

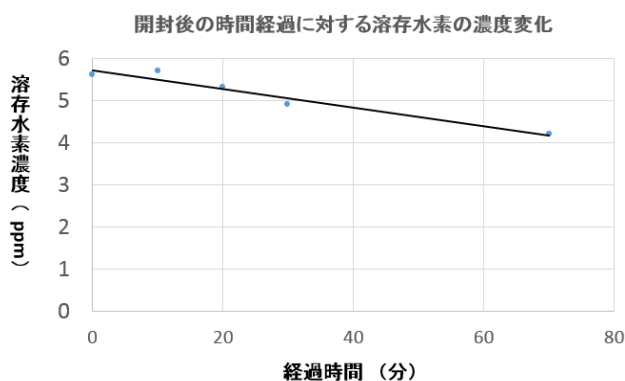
水素水を作製してから、2日目～7日目の水素水を用意し、溶存水素濃度を白金コロイド含有メチレンブルーで測定したところ、次のようなグラフが得られた。



水素水中の水素濃度は、日数が経過するに従って小さくなっていくことがわかった。このことから、水素水を保存しているペットボトルの蓋部分にはわずかに隙間があり、発生した水素ガスが徐々に外部へ漏れていくことが確かめられた。このセブンウォーターのような完全密封のできない容器に入った水素水は、完成後日数を置かずして摂取すべきであるといえる。

②完成後、封をあけたあとの水素量の変化

完成して間もない水素水のペットボトルの封をあけ、時間経過に伴う溶存水素濃度の変化を白金コロイド含有メチレンブルーで測定した。測定から測定の間は、ペットボトルの蓋をした状態で静置した。



ペットボトルの蓋をして静置したにも関わらず、水素水の封を開けてからほぼ一定に水素濃度が減少し、70分が経過した水素水は、はじめの水素濃度のおよそ75%になっていた。ペットボトルから水素水を取り出したことで空気が入り込んで空間ができ、その空間へ溶けていた水素が逃げってしまったために、濃度が減少したと考えられる。

このことから、完成した水素水の効果を期待する場合は、封を開けて60～70分を目安に飲みきるべきである。

以上のことから、水素水が還元力を発揮するためには、水素水が塩基性以外の条件下におかれることが必要であることがわかった。また、白金コロイドの存在が水素水の還元力に大きく影響しており、体内における活性酸素種の除去は、白金コロイドに代わる物質が体内に存在しない限り不可能であることが示唆された。水素水に世間で言われている効果があることを証明するためには、水素水が還元力を発揮できる条件が体内でも満たされているかを検証する必要があるだろう。

また、水素水に世間でいわれている効果があったとする場合、水素水中の溶存水素は水素の溶解度が低いために空気中へ逃げやすく、封を開けてからすぐに摂取しないと効果が期待できないことがわかった。

5. 研究成果の発表

①日時：平成29年2月23日（木） 13時30分～15時00分

高槻高校SSH研究発表会

場所：高槻高等学校

発表題目：「水素水の還元力の評価」

発表形態：口頭発表

発表者名：江口 晃平（2年）、城 可之（2年）

②日時：平成29年3月23日（木） 10時00分～15時30分

Global Science Forum

場所：大阪工業大学梅田キャンパス

発表題目：「水素水の還元力の評価」

発表形態：ポスターもしくは口頭発表

発表者名：星野 元彦（2年）、増田 憲彦（2年）

6. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

近年注目されている水素水は、老化防止や健康維持、美容などに効果があるとされているが、科学的根拠がないまま使用されている。世間ではそれらの効果を疑問視する声もあり、水素水の使用において、消費者の信頼と安全が守られているとはいえない状態だと感じた。日常生活で使用するものに関して、安全性やその効果を科学的に証明することは、科学に携わる者の責任なのではないだろうか。

7. 今後の課題

本研究では、白金コロイド存在下において還元力を発揮できることがわかったが、水素水の還元作用における白金コロイドのはたらきについては解明できなかった。白金コロイド存在下で活性酸素種を除去することができるかを確認し、白金コロイドのはたらきを考察したい。そして、我々の体内で水素水が活性酸素種を除去できるとするならば、体内においてこの白金コロイドに相当するものが存在するはずである。体内における白金コロイドに相当するものも突き止める必要もあるだろう。

水素水に活性酸素種の除去能があるかどうかを証明するためには、他の実験条件でも過酸化水素が水素水と反応することで除去されるかを検証し、他の活性酸素種についても水素水と反応するかを検証する必要がある。また、本研究では1種類の水素水のみを用いて実験を行ったが、世の中には多くの水素水が販売されており、それぞれ水素濃度や容器の形態などが異なっている。それらについても、含まれている水素量と活性酸素種の除去能を検証し、水素水を販売・保存するための容器を評価したいと考え

ている。

8. まとめ

本研究では、水素水に水素が含まれていることが確認された。また、水素水が体内の活性酸素種を除去できる可能性が低いことが示唆されたが、世の中で認知されている効果を根拠を持って否定できるまでにはいたらなかった。効果がはっきりと証明されないまま、商品として販売されているものの存在を知り、消費者の安全や信頼を守るという点においても、効果や効能に対する科学的根拠の必要性や、科学者の責任について改めて考えるきっかけとなった。

今後、課題として残ったことをひとつひとつ解決し、水素水が本当に我々の生活に良い影響をもたらすものかどうかを判断したい。どの会社の水素水も効能があり、安心して使用できるものであることを証明できればよいと思う。