

太陽と空気と水と土から環境・エネルギー・食料問題を解決する技術の開発



教員指名 亀山秀雄

専門分野 化学システム工学 触媒反応工学

担当授業科目 反応工学 物理学基礎演習

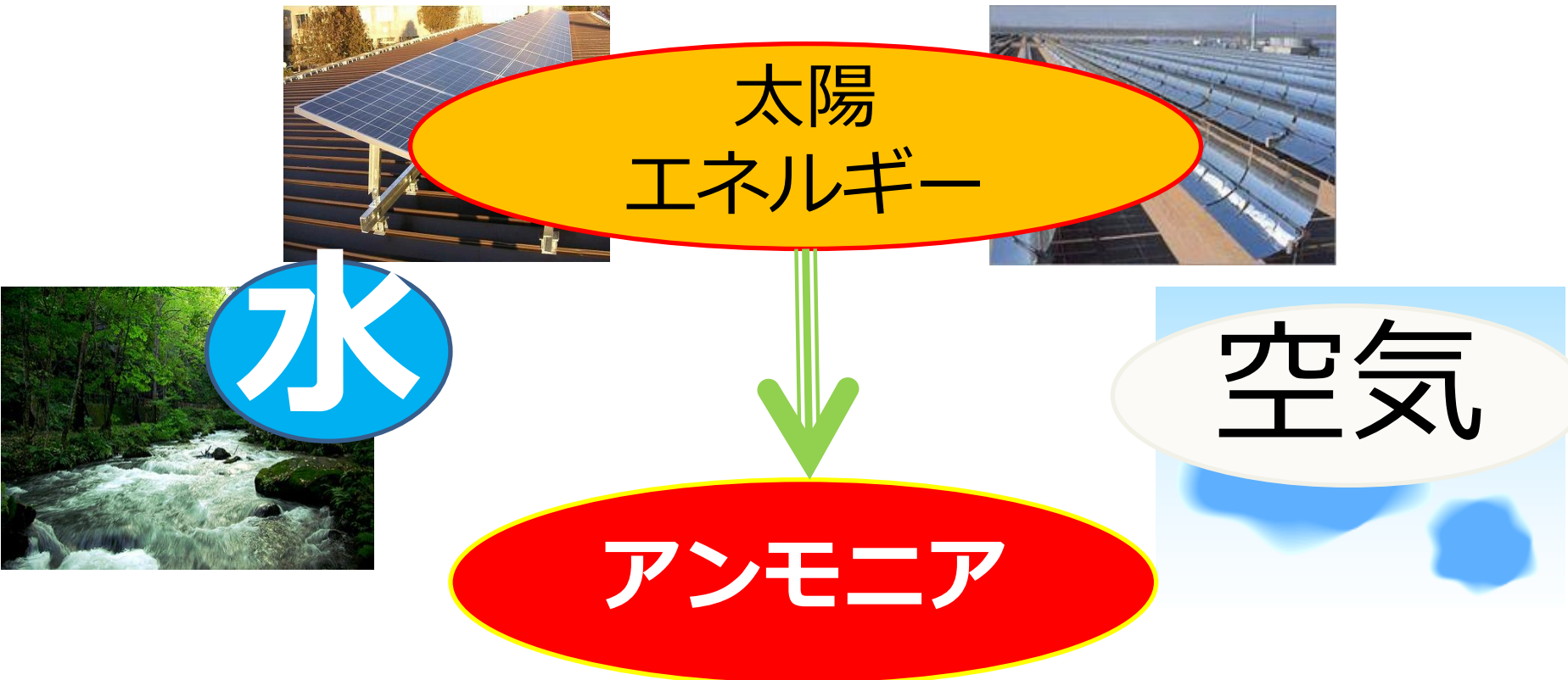
生まれ(都道府県) 東京都 出身高校 都立文京高校

Q1 どのような研究か、わかり易く説明してください

再生可能エネルギーを利用した持続可能な社会を構築するための新しい技術を化学工学の学問を活用して開発しています。具体的には、①3つの化学反応を利用して太陽光発電と水と空気からアンモニアを合成する研究、②空気を原料にして得られるオゾンを経由してナノクロバブルにしたオゾン水による無農薬殺菌システムの開発、③バイオエタノールを用いた燃料電池システムの開発、④高価な白金を使わずに鉄と炭素を主成分とした安価な触媒による排ガス浄化システムの開発です。

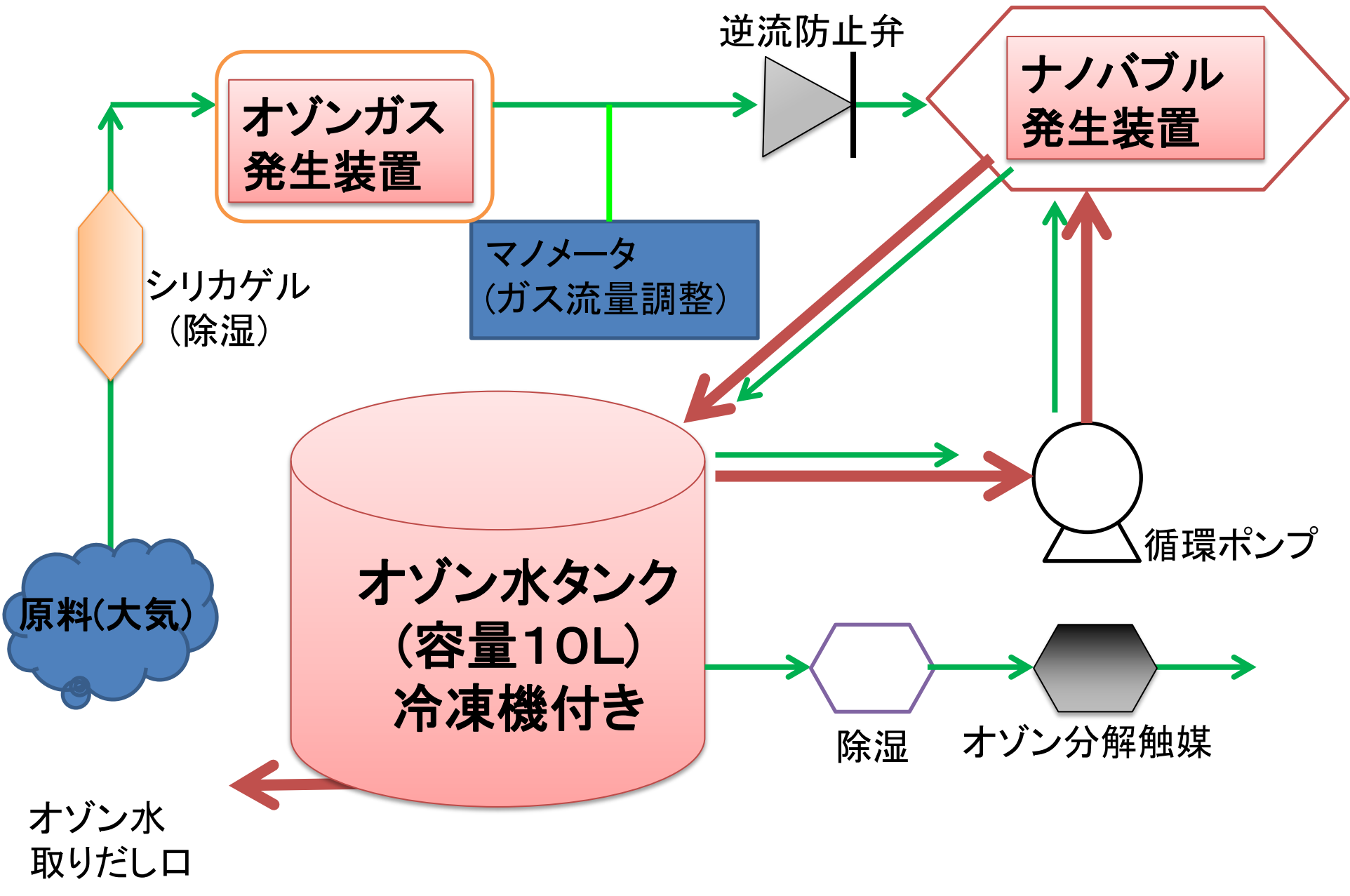
アンモニア合成TUATハイブリッドサイクル

番号	反応式
1	プラズマ反応-1 $0.5\text{N}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$
2	プラズマ反応-2 $1.5\text{CO}_2 \rightarrow 1.5\text{CO} + 0.75\text{O}_2$
3	熱化学触媒反応 $\text{NO} + 2.5\text{CO} + 1.5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + 2.5\text{CO}_2$
全体	$0.5\text{N}_2 + 1.5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 0.75\text{O}_2 + \text{NH}_3$

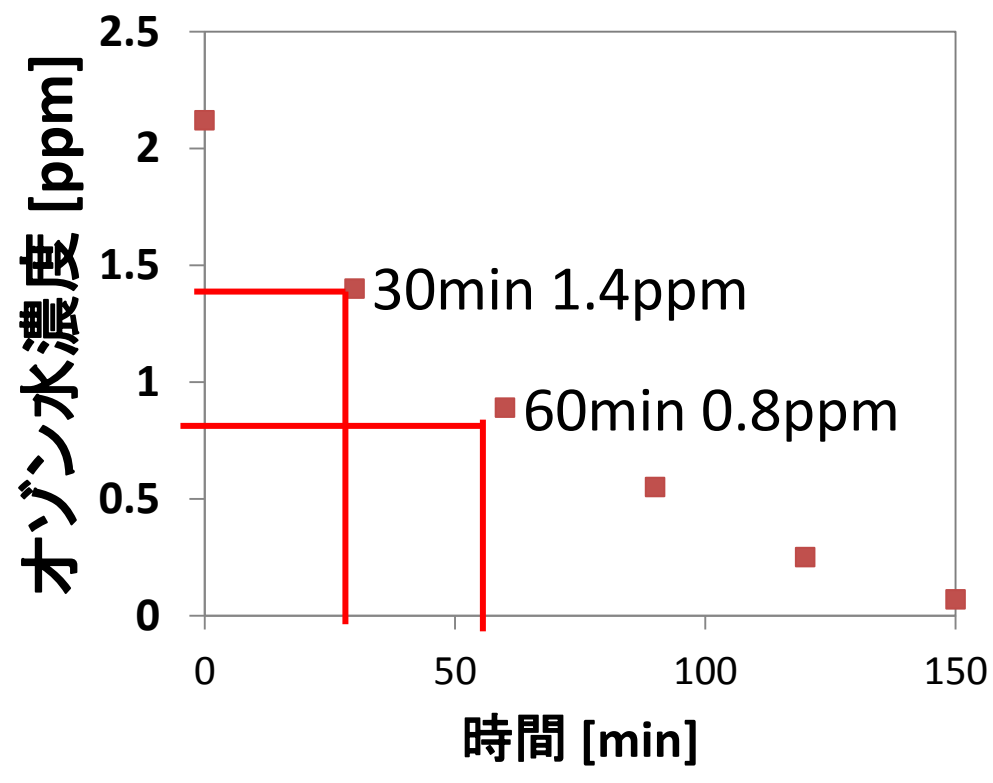


水素エネルギーキャリアー、肥料原料用アンモニアの新しい合成法を開発

オゾン水発生装置システム図



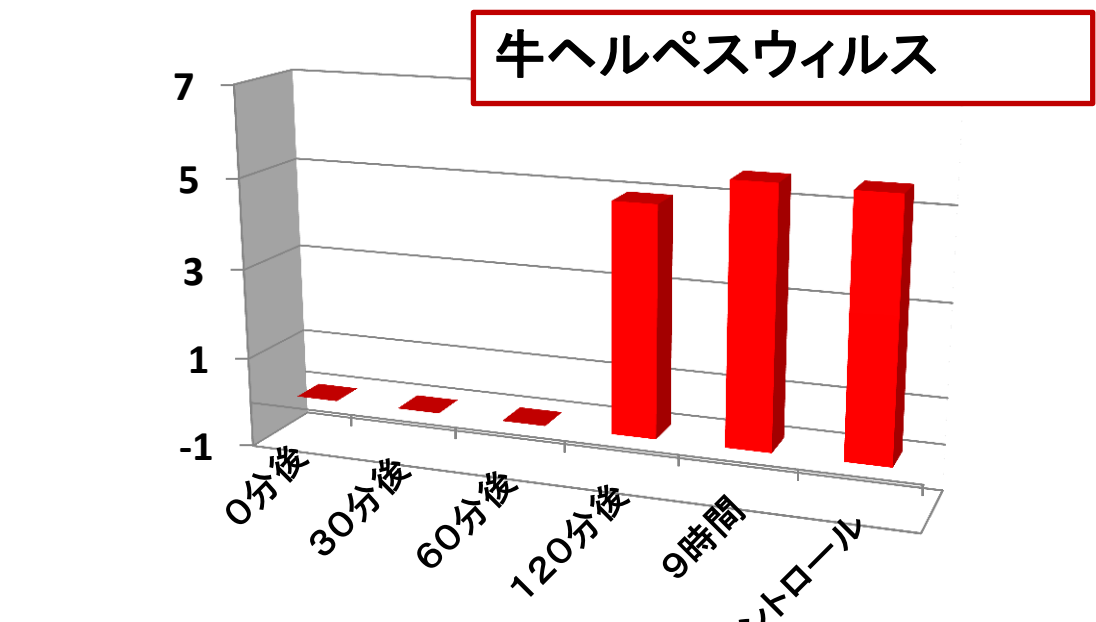
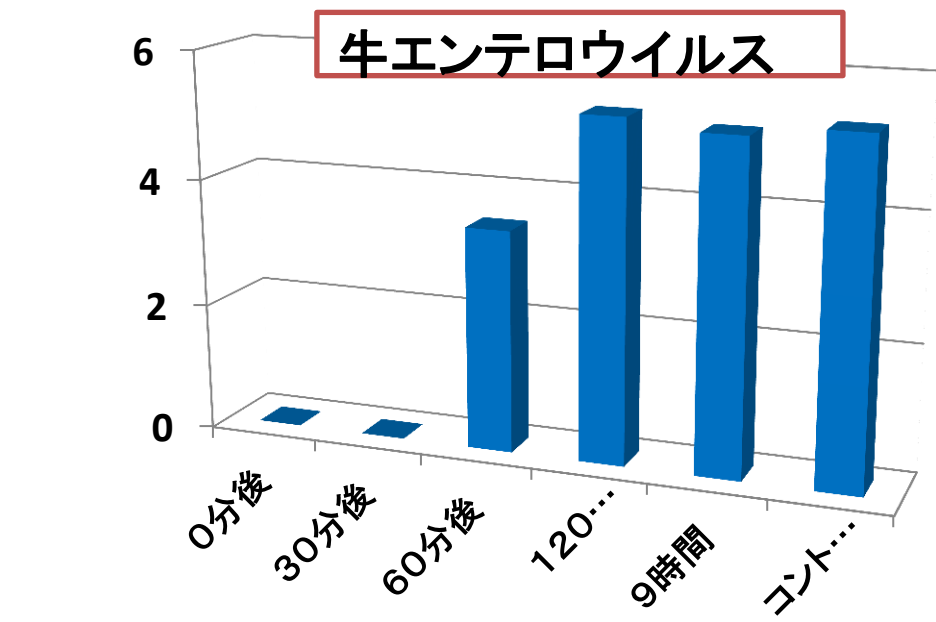
オゾン・オゾン水による無農薬殺菌システムの開発



使用した菌種

牛ヘルペスウイルス I 型(BHV-1)エンベロープ有
症状: 鼻気管炎、肺炎、流産、結膜炎
牛エンテロウイルス(BEV) エンベロープ無
症状: 呼吸器障害、鼻かぜ、発熱、発咳
口蹄疫ウイルスに非常に近い構造を持つ

殺菌効果試験結果



*: 縦軸は残存細菌数をLog₁₀ cfu/mlで示す

99.999%殺菌に必要なオゾン水濃度

牛エンテロウイルス 1.4 ppm 以上
牛ヘルペスウイルス 0.8 ppm 以上

東京農工大学 農学部 獣医学科 白井 研究室との共同研究

Q2 先生はなぜこの研究を始めたのですか

現在の社会は、化石燃料を使用して効率よく大量に物を生産することで市場経済が成り立っています。しかし、持続可能な社会を築くためには、再生可能エネルギーと水と空気と土地をうまく活用して地産地消で地域を維持できる技術を開発する必要があると考えました。何のための技術かと考えたとき、エネルギーと環境と食料の3つの問題は最も重要であると思いました。そのため、再生可能エネルギーからアンモニアを作れば、エネルギーにも肥料にも使えると考えました。さらに、ウイルスや病虫害を駆除する技術も安心して安全な食料を確保する上で大切と考えて、農薬を使用せずに、空気から得られる殺菌力のあるオゾンを活用する技術も必要と考えました。バイオエタノールも、稲わらや食品廃棄物から得た30wt%のエタノール水溶液で燃料電池を動かせれば、地域で発電や熱利用ができると考えたのです。

Q3 この研究は、社会でどのように役に立つと考えられますか

アンモニアから得られる水素で、水素自動車や燃料電池を動かすことができるので、クリーンな水素社会の形成に役立てます。また、残留農薬を使用せずに、食品の殺菌や消毒ができ、家畜伝染病も未然に防ぐことができますので、安全・安心な食生活を営むことができます。太陽エネルギーと水と空気からできるアンモニア水溶液はそのまま、肥料に使用することができます。カーボンアロイ触媒は、安価なので、自動車排ガス浄化や有害な有機化合物の触媒分解に使用されます。

Q4 この研究の「初めて」は、なんですか

アンモニアの製造では、100年前に工業化されたハーバーボッシュ法に代わる新しいアンモニア合成法です。アルマイト放電電極を使用して空気からオゾンを経由して水素を作るアルマイト触媒も新しい触媒技術です。白金と同じくらいの性能を持つ鉄と炭素を主成分としたカーボンアロイ触媒も新しい触媒です。これらは、農工大学で特許出願しています。

Q5 この研究は、今後どのように進展して行くとおもいますか

アンモニアの製造は、2020年までに、農業用のアンモニア水製造装置として実用化され、2030年までに海外の再生可能エネルギーを運ぶエネルギーキャリアー物質の製造法として実用化されるでしょう。オゾン水製造装置は、2015年には、様々な分野で消毒用の装置としての利用が実現するでしょう。カーボンアロイ触媒による自動車排ガス浄化や揮発性有機物質の触媒分解や悪臭物質の触媒分解技術として2015年には市場に出ていると考えています。エタノール燃料電池は、2020年頃が普及開始時期と考えています。

Q6 大学に入学したら、ぜひこの研究をしたいのですが、高校時代にどのような勉強をすれば良いでしょうか

物事を論理的考える能力を養うために数学を、新しい技術を生み出すために、化学と物理をしっかりと勉強しておいて欲しいです。

Q7 これ以外にどのような研究をされていますか

このような研究開発をうまく進めるための研究開発マネジメントの研究を行っています。

Q8 先生は学生時代にどのような夢をお持ちでしたか

世の中に残るような仕事をしたいという思いが強かったです。それが、人のために役立つものでありたいと思っていました。高校の時の化学の先生の面白い授業と数学の先生の丁寧な授業が印象的で、化学と数学が好きになり、それが役立つことがしたいと考えて、化学工学の学科への進学を希望しました。