

平成 28 (2016) 年度 活動記録

活動記録

研究発表会

文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究 「人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：実用化に向けての異分野融合」第5回最終公開シンポジウム

2017年1月28日-29日 東京工業大学・大岡山キャンパス 東工大大蔵前会館1Fくらまえホール

井上和仁

「窒素固定酵素ニトロゲナーゼを利用した水素生産の高効率化-ヘテロシスト形成が他シアノバクテリアと紅色光合成細菌を利用した光生物学的水素生産」

「太陽光活用を基盤とするグリーン/ライフイノベーション創出技術研究拠点の形成」第8回発表会

平成28年7月9日 神奈川大学横浜キャンパス

「太陽光活用を基盤とするグリーン/ライフイノベーション創出技術研究拠点の形成」第7回公開発表会

平成28年11月26日 神奈川大学横浜キャンパス

特別講演

21世紀に求められる触媒技術—化学品の安定供給のために

藤田照典（三井化学株式会社 シニア・リサーチフェロー、特別研究室長）

講演会

第24回 「光合成セミナー2016：反応中心と色素系の多様性」

2016年7月9日～7月10日 龍谷大学深草キャンパス

井上 和仁

「ヘテロシスト形成型シアノバクテリアを利用した水素生産の現状」

新規素材探索研究会第15回セミナー

平成28年6月3日（金）

10：30-11：00

座長：菅 敏幸（静岡県立大学）

“海洋シアノバクテリア由来のマクロリド、ピセリングビアサイド

- 類の生物有機化学”
末永 聖武（慶應義塾大学 理工学部）
11：00-11：30
座長：五十鈴川 和人（横浜薬科大学）
“STD-NMR を活用したグリコペプチド系抗生物質と黄色ブドウ球菌
PBP との相互作用解析”
一刀かおり（東北大学大学院 生命科学研究科）
11：30-12：30
ポスター発表の概要
13：20-14：20
ポスター発表
（最優秀ポスター賞、第14回奨励賞）
14：30-15：00
座長：高尾 賢一（慶應義塾大学）
“創薬ケミカルバイオロジー：生体内微小環境シグナルの制御”
掛谷 秀昭（京都大学大学院 薬学研究科）
15：00-15：30
座長：辻 智子（日本水産）
“遷移状態分光法を利用した反応機構解析”
岩倉いずみ（神奈川大学 工学部）
15：30-16：00
座長：河岸 洋和（静岡大学）
“アゾリルピリミジン系殺虫剤の探索研究”
伊藤 舞衣（住友化学株式会社）
16：10-16：40
座長：矢澤 一良（早稲田大学）
“生体高分子糖タンパク質の精密化学合成”
梶原 康宏（大阪大学大学院 理学研究科）
16：40-17：40
座長：木越 英夫（筑波大学）
[特別講演]
“がん幹細胞を標的とするがん根治療法戦略”
後藤 典子（金沢大学 がん進展制御研究所）

産学連携・対外活動

The Chemical Record 編集委員

上村 大輔

Beilstein Journal of Organic Chemistry 編集委員

上村 大輔

Natural Product Reports 編集委員

上村 大輔

公益財団法人 内藤記念科学振興財団 理事

上村 大輔

公益財団法人 山田科学振興財団 選考委員

上村 大輔

公益財団法人 サントリー生命科学財団 評議員 (非常勤)

上村 大輔

一般財団法人 函館国際水産・海洋都市推進機構アドバイザー

上村 大輔

財団法人 岩垂奨学会 評議員

上村 大輔

独立行政法人 日本学術振興会 JSPS ケミカルバイオロジー専門委員会委員

上村 大輔

その他

加藤科学振興会平成 28 年度研究奨励金

安藤風馬

研究助成 (2016) 池谷科学技術振興財団

郡司 貴雄

公益財団法人横浜学術教育振興財団 平成 28 年度海外渡航助成

松本 太

The 5th International Seminar for Special Doctoral Program "Green Energy Conversion
Science and Technology" Poster Award

郡司 貴雄

第 33 回電気化学会関東支部夏の学校優秀ポスター賞

郡司 貴雄

人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換： 実用化に向けての異分野融合

第 5 回最終公開シンポジウム

日時：2017 年 1 月 28 日（土）～ 29 日（日）

会場：東京工業大学・大岡山キャンパス

東工大蔵前会館 1F くらまえホール

<http://artificial-photosynthesis.net/>

窒素固定酵素ニトロゲナーゼを利用した水素生産の高効率化 —ヘテロシスト形成型シアノバクテリアと紅色光合成細菌を利用した光生物学的水素生産—

(神奈川大・理) 井上和仁

【はじめに】窒素固定酵素として知られるニトロゲナーゼは $N_2 + 8 e^- + 8 H^+ + 16 ATP \rightarrow H_2 + 2 NH_3 + 16 (ADP + P_i)$ で示されるように、必然的副産物として水素を発生させる^{1),2)}。この反応は不可逆的であり、発生した水素の再吸収は起こらない。一方、ヒドロゲナーゼの反応は可逆的であり、なかでも Hup と呼ばれるヒドロゲナーゼは生理条件下ではニトロゲナーゼが生産した水素を再吸収する。酸素発生型光合成を行うシアノバクテリアのうち *Anabaena* などの糸状性シアノバクテリアは窒素栄養欠乏下で、ヘテロシストを分化させ、その内部を嫌氣的に保ちながら酸素感受性であるニトロゲナーゼを発現する。このタイプのシアノバクテリアを用いることで光合成を行わせながらニトロゲナーゼによる長期的な水素生産が可能となる。一方、紅色光合成細菌は水を分解して光合成を行うことはできないが有機物を含む廃液を利用して光合成を行いニトロゲナーゼによる水素生産ができる。シアノバクテリアと紅色光合成細菌のそれぞれの特徴を生かした光生物学的水素生産システムの構築が可能である¹⁾。報告者らは、この新学術領域研究で遺伝子工学的改良やフロート型バイオリアクターの開発などにより光生物学的水素生産の効率化を図ってきた。

【結果と考察】

Anabaena sp. PCC 7120 における V 型ニトロゲナーゼ遺伝子発現株 — ニトロゲナーゼの中心金属は普通、モリブデン (Mo 型) であるが、バナジウムを中心金属に持つ代替ニトロゲナーゼ (V 型) を持つ株がある。電子分配比率から N_2 還元は Mo 型が有利であるが、光生物学的水素生産においては V 型が有利となることが期待できる。Mo 型遺伝子 (*Nif* オペロン) を削除した *Anabaena* sp. PCC 7120 Δ Hup Δ Nif 株に、*A. variabilis* 由来の V 型遺伝子 (*vnf* オペロン) を挿入した株を作成し、V 型を発現していると示唆される株を単離した。

ヘテロシスト形成頻度を変えた *Anabaena* sp. PCC 7120 *patN* 変異株 — 通常、栄養細胞 8-12 個あたり 1 個の割合でヘテロシストが分化するが、*PatN* と呼ばれる因子を不活性化した株はヘテロシストの形成頻度が約 20% 程度増加することを見出した³⁾。さらにスクリーニングを進め、ヘテロシストが糸状体に均一に分化してくるクローンを単離することに成功した。

バイオリアクターの二層化 — 二層のバイオリアクターの上層にシアノバクテリア *Anabaena* sp. PCC 7120 Δ Hup 株を、下層に紅色光合成細菌 *Rubrivivax gelatinosus* Δ Hup⁴⁾⁵⁾ 株を入れ、一定量の光量で白熱灯照射した。上層や下層で培養する各バクテリアの培養濃度や、上層と下層で培養する株の組み合わせなどを変えて、上層および下層から発生する水素量を調べた。その結果、単位面積当たりの水素生産量は上層にシアノバクテリア、下層に紅色光合成細菌を培養した場合に、光エネルギーの利用効率が有意に向上することが確認された。

【参考文献】

- 1) Sakurai, H., Masukawa, M., Kitashima, and K. Inoue, Photobiological hydrogen production: Bioenergetics and challenges for its practical application (2013), J. Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev., 17: 1-25
- 2) Sakurai H., Masukawa H., Kitashima M. and Inoue K., How Close We Are to Achieving Commercially Viable Large-Scale Photobiological Hydrogen Production by Cyanobacteria: A Review of the Biological Aspects (2015), Life, 5: 997-101.
- 3) Masukawa H., Sakurai H., Hausinger R. P. and Inoue K., Increased heterocyst frequency by *patN* disruption in *Anabaena* leads to enhanced photobiological hydrogen production at high light intensity and high cell density (in press), Appl. Microbiol. Biotech.
- 4) Sato T., Inoue K., Sakurai H. and Nagashima K. V. P., Effects of the deletion of *hup* genes encoding the uptake hydrogenase on the activity of hydrogen production in the purple photosynthetic bacterium *Rubrivivax gelatinosus* IL144 (submitted), J. Gen. Appl. Microbiol.
- 5) Laurinavichene T. V., Kitashima M., Nagashima K. V. P., Sato T., Sakurai H., Inoue K., Tsygankov A., Effect of growth conditions on advantages of *hup*⁻ strain for H_2 photoproduction by *Rubrivivax gelatinosus* (submitted), Int. J. Hydrogen Energy.

戦略的研究基盤形成支援事業
「太陽光活用を基盤とするグリーンライフイノベーション創出技術研究拠点の形成」
第8回発表会

主催：神奈川県立大学大学院理学研究科理学専攻化学領域・生物科学領域

神奈川県立大学大学院工学研究科応用化学専攻

共催：神奈川県立大学総合理学研究所、天然医薬リード研究所、光合成水素生産研究所

日時：2016年7月9日（土）

場所：横浜キャンパス、23号館311講堂

開会の挨拶（13:00～13:03） （研究代表者）川本達也

第1部（13:03～13:42、一人13分）

1. 「チオール基修飾メソポーラス担体へのAuナノ粒子の固定化と酸化触媒活性の検討」
.....（ポストドクター 引地研）野澤寿章
2. 「Ca(II)六核クラスター含有Ti(IV)三置換Dawson型ポリ酸塩三量体の合成と分子構造」
.....（ポストドクター 野宮研）松木悠介
3. 「シクロメタル化パラジウム四核錯体の合成と触媒作用」
.....（ポストドクター 川本研）巖 寅男

休憩（8分）

第2部（13:50～14:50、一人10分）

4. 「ノンイノセント型ニッケル錯体を用いた可視光による水素製造」
.....（リサーチ・アシスタント 川本研）井上 哲
5. 「カルボン酸架橋パラジウム(II)二核錯体を用いた水の光還元反応」
.....（リサーチ・アシスタント 川本研）北村匠磨
6. 「Pd系金属間化合物の合成と電気化学的触媒活性の評価」
.....（リサーチ・アシスタント 松本研）郡司貴雄
7. 「クルマエビの甲殻類雌性ホルモン（CFSH）の遺伝子発現解析」
.....（リサーチ・アシスタント 大平研）甲高彩華
8. 「ヘテロシスト形成型シアノバクテリアと紅色光合成細菌のニトロゲナーゼを利用した光生物学的水素生産」
.....（リサーチ・アシスタント 井上研）佐藤 剛
9. 「単核コバルト(III)-スーパーオキシ及びヒドロペルオキシ錯体の生成や反応性に及ぼす配位子の置換基効果」
.....（リサーチ・アシスタント 引地研）西浦利紀

交流会（15:30～）

私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
「太陽光活用を基盤とするグリーン/ライフイノベーション創出技術研究拠点の形成」
第7回公開発表会

主催：神奈川県大学院理学研究科理学専攻化学領域・生物科学領域
神奈川県大学院工学研究科応用化学専攻

共催：日本化学会

神奈川県総合理学研究所、天然医薬リード研究所、光合成水素生産研究所

日時：11月26日(土) 13:00～17:30

場所：横浜キャンパス、3号館305号室

開会の挨拶(13:00～13:10)

(研究代表者) 川本達也

成果報告(13:10～14:50)

1. 光合成を利用した藍藻類の大量培養による水素生産の基礎研究
.....(理学研究科理学専攻生物科学領域) 井上和仁
2. バイオマスを化学変換する複合酸化物触媒の開発
.....(工学研究科応用化学専攻) 上田 渉
3. 渦鞭毛藻の大量培養に基づく医薬リードの探索と新産業創成
.....(理学研究科理学専攻化学領域) 上村大輔
4. 核酸の構造と機能を基盤とするグリーン/ライフイノベーションの創成と開発研究
.....(工学研究科応用化学専攻) 小野 晶
5. 水の酸化・還元システムの開発
.....(理学研究科理学専攻化学領域) 川本達也

休憩(10分)

特別講演(15:00～16:00)

6. 21世紀に求められる触媒技術—化学品の安定供給のために
.....(三井化学株式会社 シニア・リサーチフェロー、特別研究室長) 藤田照典

休憩(10分)

成果報告(16:10～17:30)

7. ポリ酸塩(POM)の多中心活性部位を活用した新しい触媒系の構築
.....(理学研究科理学専攻化学領域) 野宮健司
8. 有機-無機ハイブリッド触媒の開発とグリーン酸化反応プロセスの構築
—金属配位場の精密制御による酸化活性種の解明と触媒反応への展開—
.....(工学研究科応用化学専攻) 引地史郎
9. 金属間化合物触媒および光触媒による新しい物質変換反応の開発
.....(工学研究科応用化学専攻) 松本 太
10. 光化学的手法による水中からのレニウム成分の完全回収システムの開発
.....(理学研究科理学専攻化学領域) 堀 久男

懇親会(18:00～20:00、10号館カルフル)

第24回 「光合成セミナー2016：反応中心と色素系の多様性」

トップページ

協賛：日本光合成学会

講演会内容

共催：龍谷大学革新的材料・プロセス研究センター

プログラム

申込

開催案内

アクセス

参加（予定）者

宿泊情報

過去セミナー

三室賞

規約

下記の要領で第24回セミナーを開催いたします。
ご参加、ご発表をよろしくお願ひします。

期日： 2016年7月 9日（土）午後2時から7月10日（日）午後4時まで

場所： 龍谷大学深草キャンパス

（JR京都駅からJR奈良線、地下鉄烏丸線へ乗り換えができます）

● JR奈良線「稲荷」駅下車、南西へ徒歩約8分

● 京阪本線「深草」駅下車、西へ徒歩約3分

● 京都市営地下鉄烏丸線「くいな橋」駅下車、東へ徒歩約7分

（アクセスマップ）

http://www.ryukoku.ac.jp/about/campus_traffic/traffic/t_fukakusa.html

会場： 龍谷大学深草キャンパス 22号館 1F

102号室（講演会場）、107号室（ポスター会場）

<http://www.ryukoku.ac.jp/fukakusa.html>

7月10日は西門は施錠されていますのでご注意ください

懇親会場： 龍谷大学深草キャンパス 22号館地下食堂

開催の目的：

光合成に関して、物理学、化学、生物学を融合した討論を行う。光合成の進化、物質変換、人工光合成などについても討論する。第一線の研究者に最新のトピックを解説していただくとともに、参加者の口頭・ポスター発表を行う。

内容：

1. 講演会

(1) 「光合成光捕集過程を精密科学として理解することを目指して」

柴田 穰（東北大学大学院理学研究科）

(2) 「ヘテロシスト形成型シアノバクテリアを利用した水素生産の現状」

井上 和仁（神奈川大学理学部）

2. 口頭発表（討論を含めて一人10分から20分を予定）

講演会要旨

「光合成光捕集過程を精密科学として理解することを目指して」

柴田穰（東北大学大学院理学研究科）

21世紀に入り、植物の光合成タンパク質の構造が次々に明らかにされた。このことは、複雑な植物の光合成タンパク質で起こる超高速の光反応をその構造に立脚して物理法則に基づき理解することが原理的には可能となったことを意味している。しかし、解明された構造からは予想が難しい物理量が多くあるため、構造に立脚した光反応ダイナミクスの理解はなかなか進展してこなかった。一番の難問は、タンパク質に結合する多数のクロロフィル分子それぞれの励起エネルギー（サイトエネルギー）を決定することである。それぞれのクロロフィルは異なるタンパク質部位に結合するため、それぞれに異なる励起エネルギーを持っているのだ。このような中、既知のスペクトルデータへのフィッティングという手法により求めたクロロフィルのサイトエネルギーを用いて、植物型光合成タンパク質の光反応を解析する理論モデルが報告されている。講演では、光合成光反応を構造に立脚して理解しようという試みについて、最近の進展を議論する予定である。

「ヘテロシスト形成型シアノバクテリアを利用した水素生産の現状」

井上和仁（神奈川大学理学部）

一部のシアノバクテリアは窒素栄養欠乏下でヘテロシスト（異型細胞）を分化し、内部で窒素固定酵素ニトロゲナーゼを発現する。ヘテロシスト内部は酸素濃度が低く保たれていて、光合成を行いながら酸素感受性であるニトロゲナーゼによる反応が進む。ニトロゲナーゼが触媒する反応では必然的副産物として水素を発生するが、反応は不可逆的で夜間など光合成が停止する条件下でも生産した水素を再吸収することがない。我々はこの生物を遺伝子工学的に改良し、また、培養条件を工夫することで長期にわたって水素を持続的に生産させる研究を進めている。本セミナーでは我々の研究の現状と課題について報告する。

発行年 2017年5月

発行者 神奈川大学

文部科学省 私立大学戦略的研究基盤支援事業

「太陽光活用を基盤とするグリーン/ライフ

イノベーション創出技術研究拠点の形成」

代表 川本 達也

住所 〒259-1293 神奈川県平塚市土屋 2946

神奈川大学湘南ひらつかキャンパス