大学グッズを活かした次世代の育成

【優秀賞】

京都大学工学部
物理工学科3年
松野（まつの） 友樹（ともき）

■大学グッズを活かした次世代の育成

工学技術の発展によって生活が豊かになるにつれて、若い人が工学に興味を持つ機会が失われつつあると感じる。本論文では私自身の経験をもとに、これから工学を志す人材を確保するための対策を考え、その1つとして大学グッズの活用を提案する。

■父の世代と私の世代

理工系である父と、同じく理工系である私には大きな違いがある。それは小さいころに工学に触れたか否かである。彼にとってパソコンや携帯電話、ロボットは「発明品」であり、それらの登場に際して工学の存在を強く感じたはずである。彼はアポロ11号の月面着陸のニュースも見ており、そのとき工学技術の進歩を肌で感じただろう。一方、私が生まれた時には携帯電話もパソコンも存在しており、また人間が月に行けることも私にとっては当然なのである。つまり私は工学技術から父が受けたような衝撃を受けていないのだ。もちろんスマートフォンの登場や、小惑星探査機はやぶさの帰還のニュースは私にとって興味のある話題だった。しかし携帯電話や月面着陸を当然と感じる私が受けた衝撃は、父が子供のころに受けたものほど強くはなかったと思う。

工学に触れる機会が少なかった中高生にとって、工学はものづくりを連想しやすい。しかし実際はものづくりに限らず、基礎研究や性能検査方法の確立、シミュレーション精度の向上など研究対象は様々である。このことを知らずに数学や物理学を学んでいると、カリキュラムで指定されている科目が工学にどのように用いられるのかがわからなくなる。3回生になって専門的な内容を学んで初めて、初年時の科目の重要性を実感するという話をよく聞くが、これは工学研究の本来のイメージを持った工学部初年時の学生が少ないことを意味している。入学段階で工学研究についての正しいイメージを持っていれば、初年時教育の重要性に早く気づくことができるはずである。

■工学への関心を高めるために

理工系離れ、特に工学離れを防ぐためには中高生が工学に関心を抱くことが重要である。具体的には大学の工学研究科が行っている研究に興味を持つ人を増やすことが必要であり、これは先に述べたように、工学部に入ったばかりの学生が初年時科目をより真剣に学ぶことにもつながる。

ではどのような対策が考えられるだろうか。講演会や学術書などによる広報活動は工学をある程度学んだ人間にしか研究内容を伝えることができない。講談社ブルーバックスのような専門知識を必要としない本の執筆も考えられるが、すでに工学に興味を持った人が対象となる。専門知識を持たない中高生が大学での工学研究にはじめて興味を持つきっかけが必要なのである。

ここで私の経験を参考に考える。私が京都大学の工学部物理工学科に入るきっかけとなったものが2つある。1つは京都大学のオリジナルグッズである「エレメンタッチペン立て」であり、もう一つは本学卒業生である高橋智隆さんが出演したテレビ番組である。

「エレメンタッチペン立て」は京都大学の前野悦輝教授が研究成果を還元するために考案したグッズであり、元素周期表を立体的に表現でき、かつペン立てとしても使える製品である。このグッズを中学時代の恩師に見せてもらったことがきっかけとなり、私は京都大学に興味を持ち始めた。

高橋智隆さんは京都大学工学部物理工学科の卒業生であり、在学中からロボットクリエイターとして斬新なロボットを製作してきた方である。工学に触れる機会が少なかった私だが、テレビで彼のロボットの動きを見て感動した。その後、彼の著書「ロボットの天才」を読んで物理工学という学問が存在することを知り、入学に至ったのだ。

この2つのきっかけを参考にして大学の工学部に興味をもつ若い人を増やすことができないかと考え、1つの案が生まれた。工学部の各研究科がそれぞれの研究成果を反映したオリジナルグッズをデザインするのである。

■大学グッズによる中高生へのアピール

各大学生協で販売されている大学のオリジナルグッズはその大学の受験生に限らず、中高生に人気がある。遠足や修学旅行で大学を訪れた際に購入する学生が多いため、工学研究科の研究成果を反映したグッズを作れば、中高生が専門的な研究に触れるきっかけとなる。また、グッズに研究成果を反映するという行為は、大学側が研究成果を広く国民にアピールするための手段でもあるため、グッズを手にする人だけでなく大学にもメリットがある。具体的には研究内容への国民の理解が高まることや、グッズをデザインした研究科を志望する学生の増加、産学連携への発展が期待できる。

研究成果を反映したグッズの簡単な例として、実験装置や数値シミュレーション結果をプリントしたクリアファイルやマグカップ、ポストカードが考えられる。実用化が難しい研究分野であってもデザインが可能であり、開発コストもかからない。

また、私が所属する物理工学科宇宙基礎工学コースの研究成果を反映した例として、芒星折のインフレータブル構造を用いた折り畳み式のペン立てが考えられる。この技術は京都大学の泉田啓教授が考案した展開方法であり、宇宙に大規模構造物を輸送するための技術である。

オリジナルグッズのデザインを大学院生が行えば、自分の専門知識を活かした製品化を経験することができ、工学研究のみでは得られない横断的な知識・経験の獲得にもつながる。優れた製品ができた場合には大学発のベンチャーとして新たな市場の開拓も期待できる。研究成果適用の場を開拓する動きは実際に京都大学に見られ、デザイン学大学院連携プログラムという複数の研究科が協力したプログラムが発足している。新たな市場の開拓という点で、日本はアメリカに大きな遅れをとっている印象を受けるが、大学側のこういった動きは日本がリードできる分野を開拓するために有効であり、大学グッズのデザインは適した題材と思われる。

■最後に

本論文では工学研究に興味を持つ中高生を増やす方法として、大学院生による大学オリジナルグッズのデザインを提案した。工学研究の成果を多くの人が感じられるような取り組みに大学側が力を入れることで、工学を志す人がより一層増えることを願うとともに、私自身がその活動の一端を担いたいと思う。

【参考文献】
1.ロボットの天才、高橋智隆、2011／5／31、株式会社メディアファクトリー、p58―59
2.元素の立体周期表
3.Kyoto University Design School
4.京都大学航空宇宙力学講座　インフレータブル構造に関する研究

人的・物的安全に考慮した数年後見ても作業可能な手順書

【特別賞】

沖縄工業高等専門学校
機械システム工学科5年
松永（まつなが） 啓詳（けいしょう）

1.はじめに

日本はこれまでに世界に誇れる様々な技術や知識を使って、数多くの精密機械生み出してきた。この素晴らしき技術や知識が詰まった精密機械を後世代へ受け継ぐためにも、手順書もしくは説明書というものが必要になってくる。もちろん、精密機械自体は年々アップグレードされるので、中には手順書を残す必要がないだろうと意見も出てくるかもしれない。しかし、私が目指している手順書は、後世代の人たちが同じ機械を作ることではなく、その素晴らしい技術を別のことに応用してほしいと願っている。そこで、今回インターンシップでお世話になった株式会社牧野技術サービスさんでの実習を生かして、〝人的・物的安全に考慮した数年後見ても作業可能な手順書〟について考察し、その方法について提案する。

2.手順書を作成するにあたって

手順書を作成するにあたっての最大のポイントは、2つある。1つめは、〝人的物的安全に考慮した〟という部分で、2つめは、〝数年後見ても作業可能な〟という部分である。

まず、1つめのポイント〝人的物的安全に考慮した〟について説明する。人的物的安全に考慮するということは、簡単に言うと、作業者が手順書に従えば、怪我をすることなく、無事その物を作ることができるということである。つまり、人も物も安全であるということが条件である。

次に、2つめのポイント〝数年後見ても作業可能な〟について説明する。数年後見ても作業可能なということは、いま私たちが当たり前に行っている事が、数年後通用するか否かは定かではない。例えば、私達が普段利用している携帯電話も数年前までは、ボタン形式が主流であったが、最近では、画面に触れることで操作ができるタッチパネル形式の携帯電話スマートフォーンが主流になってきている。このように、いままで私たちが当たり前に行ってきた事が、後世代の人たちにとって当たり前ではない可能性が十分に考えられるのである。そのため、手順書を作成するにあたって、機械の知識を全く持ってない人でも、手順書をみれば全く同じ作業ができるということでもある。

3.手順書の記載例（K型汎用フライスの分解・組立て）

①オーバービューの貼り付け

人は文字を見て理解するよりも、イメージ図があった方が理解しやすい。そのため一番初めにオーバービューを表示し、ある程度イメージがつかめた状態で作業を開始することで、スムーズに作業を続けることができるようにする。

②使用工具の表示

予め使用工具を表示しておくことで、作業者がニ度手間をしなくて済む。機械によっては、一度に同じ工具を2つ使うこともあるので、いくつ必要なのかも記載しておくとよい。また、数年後全く同じ工具が使用されているとは限らない。つまり、この時点で作業可能かどうかが分かり、その工具がなければ、工具を発注もしくは作成することができる。

③機械に関する知識の追加

手順書に機械に関する知識を加えることで、作業を安全かつスムーズに進めることができる。また、機械の知識を全く持ってない人でも作業を行うことができるようにする。

④作業手順は箇条書き

だらだらと文章を書くよりも、シンプルかつ簡潔に書いた方が伝わりやすい。そのため箇条書きで記載する。1つの作業に対して、1つの説明文がベストである。

⑤ポイントやアドバイスの追加

具体的にどれぐらい必要なのか、定量的に記載する。また、実感もしくは実体験などがあれば、擬態語、擬音語などを使って表現すると分かりやすい。また、どうやったら作業がスムーズに進むのか、次回の作業に活かすためにはどうしたらよいのかアドバイスがあれば更によい。

⑥危険個所及び注意事項の記載

作業するにあたって危険だと思われる点や、注意すべき点を記載する。

⑦チェック項目の追加

人間は必ずミスを犯す生き物だ。ミス・トラブル削減する目的として、チェックリストを作成する。チェックリストを記載することで、作業の確実性を計ることができる。

4.手順書完成に向けて

手順書がひと通り完成したら、一度機械の知識をまったくもってない友達や知人に見てもらうとよい。彼らが理解できたのであれば、この手順書は完成に一歩近づけたと言えるであろう。仮に理解できなかった場合、もう一度見直すことが必要である。見てもらった人から具体的に何がどう分からなかったのかなどをアドバイスしてもらい、それに沿って作成すると、更によい手順書ができるであろう。

5.完成した手順書の管理

日本の素晴らしい技術が盗作されて別の事に使用され、テロでも起こされると大問題に発展する。そのため手順書の管理については徹底しておきたい。仮に手順書を社内で共有するために、データとしてディスクに保存する場合があるが、データが流失しないようにパスワードなどをかけておくことも大切なことである。また、この手順書が皆に共有してもよい手順書であるのなら、特許や著作権などを申請し、予め権利を取得しておくことも大切である。手順書が完成して新たに間違いや、さらによい方法があることに気が付くかもしれない。その時は、手順書を更新することをお勧めする。その際に、更新日時及び誰が修正したのかもはっきりさせておく必要がある。

6.最後に

この手順書の目的は、あくまでも日本の素晴らしい技術と知識を後世代の人々へ残すためのものであって、決して技術や知識を盗作させるためのものではないことを再確認して頂きたい。昔使われていた技術が、現在になって再び使用されることは皆も知っていることであろう。例えば、ゼロ戦の技術である。三菱重工業が戦前の航空機の製造技術を最新の技法で現代の自動車部品によみがえらせた。エンジンの軽量化や燃料効率向上につながる傘中空エンジンバルブの加工技術である。このように“人的・物的安全に考慮した数年後見ても作業可能な手順書”というものはこれから先絶対に必要になってくると考える。昔から日本は他国に比べて資源が少ないことが分かっていた。また、2011年には東日本大震災が起こり、日本の経済に多大な影響を与えた。日本の経済を発展させるためにも、多くの企業や研究者達が残してくれた素晴らしい技術や知識が必要だ。その技術や知識を使わないのは非常にもったいない。先人達が残してくれた技術や知識を使って、新たな製品を作り、社会貢献する事は非常に素晴らしいことである。今の日本が持っている素晴らしい技術や知識が、将来別のモノとして応用され、さらによい製品を生み出すことを私は期待している。我が国のさらなる発展と活躍に貢献できることを願って。

■謝辞
本論文を作成するにあたって、インターンシップの実習で指導して下さった香村章夫社長をはじめとする株式会社牧野技術サービスの皆様に感謝の意を表します。また、手順書を作成するにあたって、一緒に作業して頂いたインターンシップ生の和田さん、安藤君、薄鍋君に感謝致します。

【参考文献】
日本経済新聞　2014年2月3日（閲覧日：2014年7月14日）
経済産業省　資源エネルギー庁（閲覧日：2014年7月16日）

国産技術が日本を照らす―光触媒と知財戦略―

【特別賞】

大阪大学基礎工学部
化学応用科学科4年
山村（やまむら） 修平（しゅうへい）

「稼ぐ」ということについて考えてみた。科学技術立国日本が将来その活路を見出す施策の選択肢の一助にでもなれば思い提言させて頂きたい。

2、酸化チタンとその驚くべき機能について

1972年、日本の科学者である本田・藤嶋両名は酸化チタンに光を当てることにより水を酸素と水素に分解できることを発見した。ちょうど時代は第一次石油ショックの頃であり、太陽エネルギーの獲得手段として大いに注目を集め世界中でこの物質が研究されることになった。その後世界各国との切磋琢磨により日本では酸化チタンの光触媒反応に関する多くの技術が開発されることになった。

ここで簡単に光触媒反応について説明する。酸化チタンは半導体の一種であり光のエネルギーを得ることによって価電子帯の電子が伝導体へと励起される。この励起電子は比較的還元力、すなわち他の物質に電子を与える力が強い。他方、電子が元々いた価電子帯には非常に酸化力、すなわち他の物質から電子を引き抜いてくる力が強いホールが生成する。これにより伝導体では水を水素と水酸化物イオンに還元し、また同時に価電子帯では水を酸素と水素イオンに酸化するほどの酸化還元能を示す。つまり、水を酸素と水素に分解できるということである。また、分解される物質が水の代わりに有害な物質であれば光を当てるだけで有害物質を水と二酸化炭素にまで分解できる。この反応を応用した製品が日本では数多く発明されてきたのである。

そして現在、テレビや新聞では光触媒という単語を聞く機会も増えてきている。今や光触媒は住宅、電気製品、衣料、道路、車両、農業、そして空気や水処理といった非常に多くの分野で用いられており、今後もさらなる応用研究および製品化が期待されている。将来的にはこの光触媒市場は一兆円産業にまで発展するとまで言われていて、これは光触媒のコーティング技術などで数多くの技術とそれに関する特許を保持する日本にとっては大いなるビジネスチャンスがあることを示唆している。今後、世界的にさらに光触媒の技術を用いた製品が普及すれば日本に多大なる特許使用料が入ってくると予想されるからだ。

3、日本における特許政策の課題

他方、こうした「特許（パテント）」に関する日本の認識は欧米諸国に比べるとまだまだ低いといわれている。特許だけでなく著作権なども含めた知的財産権に関する日本の取り組みは遅れをとっている面が多い。数年前にノーベル医学生理学賞を受賞した山中伸弥教授が開発したiPS細胞に関する技術も、製薬会社との特許戦争に関わる攻防を辛くもくぐり抜けて特許権を獲得した。これが仮に海外企業に特許権が奪われていたなら、使用料に莫大な金額を支払うことになっていたのである。それは開発国の日本でさえである。こうした事態を避けるために大切なのが、官民が一体となった知的財産権をベースにしたモデルを構築していくことである。幸いにも光触媒はその技術開発の初期から特許重視の戦略が取られてきたので国際的に比較してみても日本の特許権は欧米に比べて非常に強い地位を占めている。けれども、近い将来光触媒の技術及び製品が国際的にさらに注目されるに従って予期していなった特許に関する問題が起きるかもしれない。それはちょうど開発国である日本が、iPS細胞の使用に莫大な金額を払うことになっていたかもしれない未来図と重なるものである。

4、まとめと今後の日本が取るべき施策について

こうした事態を踏まえて、これから日本はさらに特許に対する認識を深めるだけでなく、普段そうした法律的な業務に関わることの少ないかもしれない科学者や技術者、ひいては一般社会に対しても特許に対する啓蒙活動をしていくことが重要になる。少子高齢化という喫緊の課題に直面している日本はその国際競争力を維持するためにも、自国の科学技術を基盤とした新しい産業を創出していくという取り組みは重要な戦略の一つになりうる。知財に関する理解が深まり広がった社会では発明を市場に送るスムーズな流れが構築されているだろう。法と技術がうまく橋渡しされた環境だ。そのような国では科学技術の開発に強いインセンティブが存在するので新たな技術革新も促されるであろう。また今は、まだ実用化には至っていない酸化チタンを用いた水の完全分解によるクリーンエネルギー水素を得る研究も夢物語としてではなく、貴重な日本の特許資源としてさらなる研究開発が促進されていくはずだ。

国産技術とその使用による新たな市場開拓は将来の日本を照ら希望の光になることを信じている。

【参考文献】
1.iPS細胞、知られざる〝特許攻防〟と科学立国への課題
2.藤嶋昭・橋本和仁監修「図解　光触媒のすべて」（工業調査会）

太陽の、人類による、地球のための科学

【特別賞】

東京理科大学
理学部応用化学科3年
依田（よだ） 祐輔（ゆうすけ）

1.はじめに

今世紀、人類の科学技術が行き着くであろう究極のエネルギー、それは太陽光エネルギーである。これは同時に日本が強く世界を牽引できる研究領域である。太陽光を利用したサスティナブルなエネルギー社会の実現、それが出来なければ、枯渇しゆく資源を利用し技術の発展でもって人類の繁栄が達成されてきた時代の流れに終止符が打たれるのも時間の問題である。

2.太陽がもたらしてきたもの

なぜ太陽光なのか。地球に降り注ぐ太陽光エネルギーは約27TJ／km2day、これが地球が誕生してから46億年間、太陽活動の変動こそ多少はあれど降り注いできた。太陽光エネルギーを人類が有効に活用することが出来れば、限りある地球上のエネルギー資源に対する無尽蔵なエネルギー資源として、現在の人口爆発に伴うエネルギー獲得競争に対する究極のブレークスルーを達成することが出来る。

太陽光をいかに利用するか。太陽光の力を最も享受しているのは植物である。植物が太陽光を利用するシステム、誰もが知る光合成である。酸素のなかった原始地球において原子微生物が光合成微生物を生み出し、植物を生み出した。その植物が酸素を蓄積させ、二酸化炭素濃度を減少させることで人類が暮らすのに快適な世界を何億年もかけ作り出した。

その植物の光合成には明反応と暗反応と呼ばれるものがある。この二段階光励起反応と呼ばれる反応の中の明反応で、植物は光エネルギーを駆使して水を酸化分解し酸素を作り出し、暗反応で二酸化炭素を還元し種々の糖を作り出す。このZスキームとも言われる二段階光励起のシステムは今日に至るまでの長い年月をかけ構築してきた生態系のバランスを維持する役割を担ってきた。しかし、昨今の報告では、世界的な森林の伐採および発展途上国をはじめとした二酸化炭素排出量の加速的な増加により空気中の二酸化炭素濃度は増大の一途を辿っている。地球がまさしく今から1年前に生まれたと縮尺して比較するならば、人間は今から15分前に生まれたに過ぎない生物である。たかが15分のうちに人類は、地球が364日かけて作り上げた世界を取り返しのつかないものにしようとしているのである。

米海洋大気局によると、2013年5月10日、空気中の二酸化炭素濃度が初めて400ppmを超えたと発表している。この現状からさらに600ppmを超えると世界的に洪水、干ばつなどの異常気象が起きると言われているのだが、1985年から2010年までの25年間で二酸化炭素濃度は340ppmから400ppmという急速な勢いで増加しているというのだから、看過できない非常事態がまさしく起きているという認識を持たなければならない。そしてこの状況の救世主と成り得る日本が誇る科学技術こそ人工光合成である。

3.究極の反応―人工光合成―

人工光合成はその目的により大きく二つに分かれる。しかし方針こそ違えど、その最終目的は同じくサスティナブル社会の実現である。

一つ目は二酸化炭素の再資源化である。植物の光合成のように、明反応で酸素を生成し、暗反応で二酸化炭素から有機物を生成するような光エネルギーに応答する、複数の物質を組み合わせた触媒を探し出すことが求められる。研究成果の一例として、豊田中央研究所は2011年9月20日、世界で初めて太陽光を利用して水と二酸化炭素のみからギ酸を作り出すことに成功したと発表した。大気中の二酸化炭素の増加を阻止することが危急のテーマである中、その減少に貢献するばかりか、再資源として二酸化炭素を活用できる、一石二鳥の研究と言えるのである。

二つ目は無尽蔵資源からの水素の生産である。単一の物質から成る触媒を利用する場合と、複数の物質を組み合わせた触媒を利用する場合とがあるが、今回は後者について詳細に説明する。反応のシステムとして、明反応では二酸化炭素の場合と同じく水を酸化分解することであるが、暗反応において水を還元して水素生成を目的としている点が異なる。東京大学の堂免教授や東京理科大学の工藤昭彦教授の研究グループなどでは、太陽光に反応し、水を高効率で分解できる触媒の発見に向けた研究がなされ、世界的にも注目を集めている。

水と、エネルギー源としての太陽光、反応を仲介する光触媒があれば反応が進行することから大規模化が容易で、実用化に至ればエネルギー問題を解決に導くばかりでなく、枯渇しゆく有限資源からのエネルギー生産に代わり、水からエネルギー源としての水素を安定かつ大量に生産出来るようになるのである。その恩恵は、身近な例では、農業に必要不可欠なアンモニアを水素と窒素から安定に生産することが可能となることが挙げられ、長期的な観点から食糧問題の解決へ道を開くことにもなるのである。さらに、天然資源の乏しい日本にとって、輸入に依存している現状から、エネルギー源としての水素を自国で安定に生産できるようになる。その結果、水素市場が拓かれ、新たな産業の創出にも繋がるのである。

水から水素を得る、二酸化炭素を再資源化する、日本がこの人工光合成を含めた光触媒分野で世界をリードできるのには理由がある。日本人として光触媒分野の研究者のパイオニアでホンダ・フジシマ効果を発見した藤嶋昭先生の存在がある。

4.ホンダ・フジシマ効果

水を分解するには電圧にして1・23㌾のエネルギーを掛け、電子を励起させる必要がある。この分解に必要な電気エネルギーを二酸化チタンという触媒を用いることで光エネルギーで代替したもので、光がエネルギーとして利用できることを世に示した効果なのである。1968年にその効果について発表した論文は、エネルギー問題に直面する今、再び大きな脚光を浴びている。論文に対する期待度の高さは被引用件数に表れるのだが、被引用回数とは、自身の研究論文が他の研究者にどれほど読まれ参考にされているかを示したものである。ウェブ・オブ・サイエンスによればホンダ・フジシマ効果を発表した論文は発表当初はその常識外れな効果にあまり信用されなかったが、現在は被引用回数にして6000回以上を数えている。1000回引用されるだけでも異例というのであるからその注目度の高さが並はずれたものであるということがうかがい知れる。

5.日本が世界をリードする

今、国家レベルでこの人工光合成の研究が盛んである。東京工業大学の辰巳敬教授をプロジェクトリーダーとする経済産業省主催の人工光合成プロジェクトにおいて、10年間で総費用150億円を投資し、全国の大学の研究機関及び研究所が共同で人工光合成の実用化に向けた研究を進めている。

また民間企業も動き出している。特に水素社会の普及を見込んだ大手自動車メーカーはガソリンに代わる燃料電池車の開発を進め、2011年、自動車3社とエネルギー事業社10社は「燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する共同声明」を宣言している。

さらに2013年8月、安倍首相が議長を務める総合科学技術会議における地球温暖化対策に向けた2050年までの技術開発の工程表を盛り込んだ「環境エネルギー技術革新計画」中においては、二酸化炭素などから有機物を製造し2021年度に光触媒変換効率を今の0・3%から10%に引き上げる、という長期目標が採択された。

2010年にノーベル化学賞を受賞された根岸英一先生が「人工光合成こそ、日本が世界に先駆けて実用化すべき分野である」と提言したのも記憶に新しい。

これらが意味するところは、既存のエネルギー社会は既に限界に来ているということである。待ったなしなのである。

6.最後に

産業として通用するレベルの光触媒を発見すること、宝探しのような点も多くチャレンジングな課題であることは間違いない。しかし人類は幾度と知恵を絞ることで文明を発展させ、夢を現実のものとしてきた。人工光合成が実現するとき、人類の夢も実現する、と私は確信している。そしてまた私自身、その一端を担うものとなりたいと願っている。

【参考文献】
1.中国の今の科学技術を考える　Science Portal China　2010年4月2日
2.PRESIDENT Online　世界が注目！水素エネルギー新市場　2014年4月30日
3.日本学術振興会　科研費NEWS　2014 vol.1　P10「人工光合成機能を有する光触媒システムの開発」
4.スマートジャパン「自然エネルギー：水素もガソリンも供給、水素社会の前触れか」　2013年4月26日
5.株式会社　豊田中央研究所　代表的な研究成果
6.日経ビジネスONLINE　「人類の夢！「人工光合成」研究が加速」　2013年10月7日
7.東京理科大学　工藤研究室HP
8.東京大学　堂免・久保田研究室HP
9.トムソン・ロイター　INTELLECTUAL PROPERTY&SCIENCE　21世紀を支える光触媒技術。広がる応用に期待　2013年10月
10.国家プロジェクトとしての人工光合成　人工光合成NAVI
11.気象庁　地球全体の二酸化炭素の経年変化