

平成29年度「新学術領域研究（研究領域提案型）」事後評価結果（所見）

領域番号	2406	領域略称名	人工光合成
研究領域名	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		
研究期間	平成24年度～平成28年度		
領域代表者名 (所属等)	井上 晴夫(首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・特任教授)		
領域代表者 からの報告	<p>(1) 研究領域の目的及び意義</p> <p>天然の光合成が27億年以上にわたって蓄積し続けてきた光合成活動産物である化石資源を、人類がこれまでその膨大量を極めて短時間に自然採集に任せて消費を続けた結果、地球規模でのエネルギー危機と共に膨大な二酸化炭素の排出に起因するとされる気候変動など極めて深刻な地球環境への懸念を誘起している。このような状況で二酸化炭素を排出しない新エネルギーの創出は、人類の存続を賭けた最優先課題と言っても過言ではない。地球に降り注ぐ太陽光エネルギーは現在の人類の消費エネルギーの約1万倍におよぶことから次世代エネルギーの本命であることには論を待たない。太陽光エネルギーを化学エネルギー(物質)として貯蔵し、必要な時に必要な量のエネルギーを必要な形(電気エネルギー、熱エネルギー、化学エネルギー)で取り出せる新エネルギー系、人工光合成系を構築することが喫緊の課題となっている。人工光合成はかつて「人類の夢」であったが、今や必ず実現しなくてはならない「人類の存続を賭けた課題」となった。</p> <p>本新学術領域研究では光合成に「学び」、「模倣し」、「部分的にでもそれを超える」ブレークスルー技術を開発することにより人工光合成を実現することを目的とする。従来は連携困難であった各領域を横串方式で共通の土俵に載せてイノベーションを図る。人工光合成を実現するために、まさに異分野融合による新学術領域を創生する。</p>		
	<p>(2) 研究成果の概要</p> <p>新しい三つの視点</p> <p>「異分野融合」の視点で研究推進することにより、それまでは互いに議論することもなかった光合成領域と人工光合成領域で共通のプラットフォームを本新学術領域「人工光合成」は作り上げ、研究推進する中で新しい視点が浮かび上がってきた。</p> <p>その一つは新しい視点としての「太陽光の光子束密度条件(光子の時間間隔)」が、光合成機構の解明と人工光合成系の開発の双方にとって重要であり、光捕集と後続反応の時間スケールの整合をいかにして達成するか、光子束密度条件をどのように解決しあるいは回避すべきか、が鮮明になってきた。</p> <p>その二つ目は、天然光合成のPSIIを取り巻くタンパク質環境の「保護効果」が重要であることやその保護効果を人工光合成でいかにして構築するかの課題も見えてきた。半導体表面、分子触媒を取り巻く微小環境、反応場への視点が一層鮮明になってきた。</p> <p>さらに、最も大事な三つ目の視点として、安定構造に着目する「静的視点」と反応過程に着目する「動的視点」を融合させた一層深い視点で今後の人工光合成に取り組むべきであるとの認識を共有するに至った。</p> <p>予想以上の研究成果</p> <p>具体的には、1)クロロゾーム型人工光捕集アンテナの開発に成功；2)水分子の2電子酸化の発見；3)可視光Zスキームでの水と二酸化炭素による人工光合成系の</p>		

	開発；4) 超効率での二酸化炭素光還元系の開発などをはじめとして、予想以上の研究成果を得た。
--	--

科学研究費補助金審査部会における所見	A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)
	<p>本研究領域は、人工光合成の本質的な要素である、1) 光の捕集、2) 水の光酸化(水による電子供給)、水から取り出した電子による 3) 水の還元(水素生成) 及び 4) 二酸化炭素の還元を基軸として各要素に係る研究項目(A01～A04)を深化・先鋭化させるとともに、各研究間の連携を加速的に強化することで、人工光合成システムの学理構築につなげることを目指したものである。</p> <p>研究項目 A01～A04 がそれぞれ研究計画に沿った成果を上げていることに加え、中間評価の所見において指摘された異分野融合の促進についても、「人工光合成プラットフォーム」の下、総括班による積極的な奨励によって、細菌型クロロフィルの発見、水の光分解反応サイトの構造解析、二光子過程による水の完全分解、高効率 CO<sub>2</sub>還元触媒の創生などの顕著な成果の創出に至っており、当該学問分野の発展への大きな貢献が認められる。実用化に向けた取組にはまだ課題は残るものの、新学術領域の形成に至る重要な前進があったと評価でき、研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があったと認められる。また、公募研究において若手研究者を多数採用する、若手研究者育成シンポジウムを多数開催するなど若手研究者の育成に向けた積極的な取組は評価に値する。</p> <p>一方で、研究成果に関して、個々の研究成果から全体を通してまとまった大きなメッセージを提案するとともに、実用化に向けての具体的な指針と問題点を総括することが望まれた。今後、構築した異分野融合のプラットフォームを最大限に活用し、当該分野において中心的な役割を担っていくことが期待される。</p>