

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 光合成分子機構の学理解明と時空間制御による 革新的光-物質変換系の創製

岡山大学・異分野基礎科学研究所・教授

しん けんじん
沈 建仁

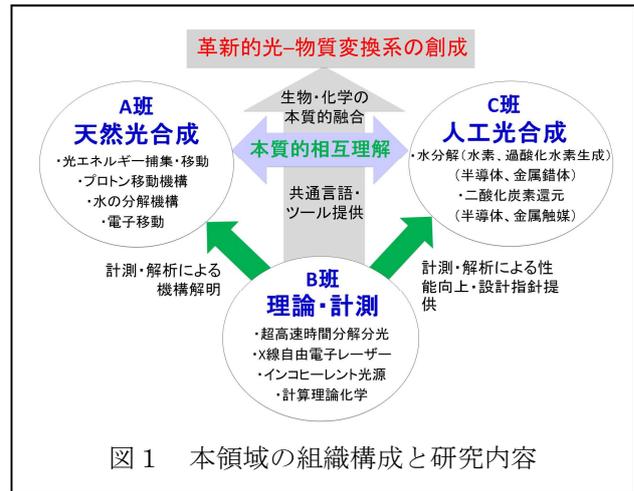
研究課題番号：17H06433 研究者番号：60261161

【本領域の目的】

地球上ほぼすべての生命活動に必要なエネルギーは、太陽由来の光エネルギーに依存している。太陽光エネルギーは植物や各種藻類などの光合成生物による光合成によって化学エネルギーに変換され、同時に水が分解され、好気呼吸を行う生物に必要な酸素が供給される。現代社会が消費する石油・石炭などの化石エネルギーも光合成産物の蓄積であり、その蓄積が近い将来枯渇するかもしれないと言われている。本領域の目的は、天然光合成の作動原理を原子レベルで解明し、その原理を利用して、太陽光エネルギーの高効率変換・有用物質生産を目指した人工光合成システムの開発を行うことである。そのためには、生物学、生物物理学、分子生物学、化学（無機、有機、合成、錯体、理論など）、先端光物理学、及び工学分野の研究者を結集し、実験と理論研究を融合させ、天然光合成における可視光を利用した水分解、光エネルギーの高効率捕集・伝達システムの詳細な分子機構を解明し、それらの応用によって高効率な光エネルギー捕集、水分解、水素生成や二酸化炭素還元のための人工光合成装置を開発する。これらの研究によって、クリーンで再生可能なエネルギー源の創出を目指し、社会が直面するエネルギー問題、環境問題の解決に貢献する。

【本領域の内容】

天然光合成の学理解明と人工光合成系の開発を融合し、強力的に推進するため、本領域では、(A) 天然光合成系の学理解明；(B) 最先端理論・計測技術を用いた天然と人工光合成に共通する原理の解明；(C) 人工光合成系の開発、という3つの計画研究班を設置する。各班ではさらに研究内容等によって下記の計画研究を設置する（図1）。(A01) 高分解能・時間分解構造解析による天然光合成における水分解反応の機構解明；(A02) 機能解析による光合成タンパク質における電子伝達機構の解明；(A03) 光合成における光捕集と励起エネルギー伝達機構の解明；(B01) 天然光合成系におけるエネルギーフローに関する実験・理論解析；(B02) 分子及び半導体光触媒の反応機構に関する実験・理論解析；(C01) 分子・半導体光触媒による可視光水分解系の開発；(C02) 二酸化炭素還元系の開発。以上の各計画研究のもと、相当数の公募研究による研究を行い、天然光合成系の学理解明と人工光合成系の開発を一体的に推進する。



【期待される成果と意義】

天然光合成における水分解反応や光エネルギー捕集・電子伝達の詳細な機構解明は、光合成研究に重要な学術的意義をもっているのみでなく、人工光合成系の開発にも重要な知見を提供すると期待されている。一方、分子系触媒や半導体触媒を用いた可視光水分解及び二酸化炭素還元系の開発は、我が国から独創的で世界をリードする成果を輩出しており、本領域の実施を通してより高効率の光触媒の開発が期待でき、太陽光からクリーンで再生可能なエネルギー源の獲得が期待できる。これらの成果は、再生可能な社会の実現に大きく貢献できる。

【キーワード】

天然光合成：光合成生物が太陽光エネルギーを吸収し、一連の電子伝達反応などによって二酸化炭素と水から有機物を合成し、酸素を放出する過程である。人工光合成：太陽光を利用して、水及び（または）二酸化炭素から水素やアルコールなどのエネルギー貯蔵物質や有用物質を生産することである。

【研究期間と研究経費】

平成29年度－33年度
1,146,100千円

【Grant - in - Aid for Scientific Research on Innovative Areas(Research in a proposed research area)】
Interdisciplinary Area



Title of Project : Creation of novel light energy conversion system through elucidation of the molecular mechanism of photosynthesis and its artificial design in terms of time and space

Jian-Ren Shen
(Okayama University, Research Institute for Interdisciplinary Science, Professor)

Research Project Number : 17H06433

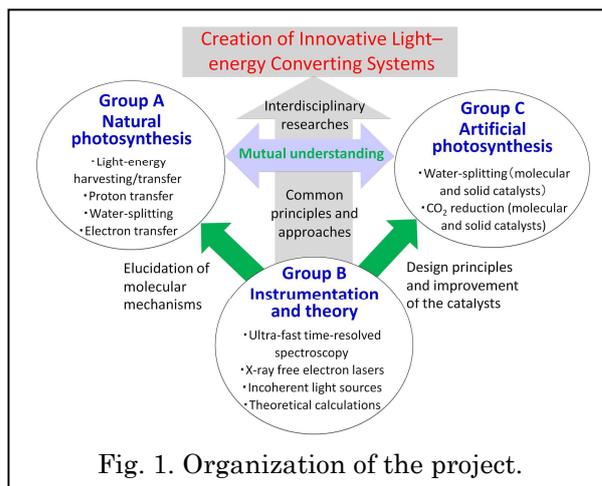
Researcher Number : 60261161

【Purpose of the Research Project】

The energy required for almost all life activities on the earth depends on the light energy from the sun, which is converted into biologically useful chemical energy by the process of photosynthesis. Photosynthesis also produces molecular oxygen that is indispensable for aerobic lives on the earth. The aims of the present project are to elucidate the principles of natural photosynthesis at the molecular and atomic levels and, with the aid of these principles, to develop various artificial photosynthetic systems for the production of hydrogen fuels and organic molecules from water and CO₂ using visible light. These researches will be conducted in a strongly interdisciplinary approach involving various fields such as biology, biochemistry, biophysics, molecular biology, various fields of chemistry including inorganic, organic, synthetic, coordination, theoretical chemistry, advanced photonics, engineering, etc. The results of these studies will significantly contribute to the acquisition of clean, renewable energy from the sun, which will be important for mitigating the problems of energy-shortage and global warming, two important issues that our society is facing, or will face in the near future.

【Content of the Research Project】

Researches in this project include three groups: (A) Elucidation of the principles in natural photosynthesis; (B) Studies on the common mechanisms of natural and artificial photosynthesis by means of advanced photo-physical measurements and theoretical analyses; (C) Development of various artificial photosynthetic systems that may use visible light from the sun to synthesize hydrogen fuels and/or useful organic compounds from water and/or CO₂. Each group will include 2-3 pre-designed teams focusing on some specific topics as illustrated in Fig. 1. There will also be budgets devoted to studies selected from individual researchers on each of the related topics.



【Expected Research Achievements and Scientific Significance】

Elucidation of the principles of natural photosynthesis is not only important for the photosynthesis research, but may also provide important clues for the development of artificial photosynthetic systems, which may enable us to synthesize hydrogen fuels and useful organic compounds from water and CO₂ using visible light from the sun.

【Key Words】

Natural photosynthesis: The process that produces sugars and molecular oxygen from water and CO₂ using light-energy from the sun, which is performed by various photosynthetic organisms.

Artificial photosynthesis: Processes that utilizes light to split water and/or reduce CO₂ to produce hydrogen and organic compounds artificially.

【Term of Project】 FY2017-2021

【Budget Allocation】 1,146,100 Thousand Yen