

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－フランス研究交流）

1. 研究課題名：「海洋植物プランクトンにおける光合成機能適応の分子基盤の解析」
2. 研究期間：平成21年4月～平成24年3月
3. 支援額： 総額 15,590,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	皆川純	北海道大学～基礎生物学研究所	准教授～教授
研究者	Wesley Swingley	北海道大学	研究員
研究者	滝澤謙二	北海道大学～基礎生物学研究所	研究員
研究者	得津隆太郎	北海道大学～基礎生物学研究所	大学院生～研究員
研究者	陳陽	北海道大学	大学院生
参加研究者 のべ 7名			

フランス側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Giovanni Finazzi	UMR 7141 CNRS Université Paris 6～CEA Grenoble CNRS	CR1 CNRS
研究者	Cécile Breyton	UMR 7141 CNRS Université Paris 6～UMR 5075 CNRS/CEA/UJF	CR1 CNRS
研究者	Daniel Béal	UMR 7099 CNRS Université Paris 7	IR1 CNRS
研究者	Benjamin Bailleul	UMR 7141 CNRS Université Paris 6	大学院生
参加研究者 のべ 5名			

5. 研究・交流の目的

本研究交流は、変動する環境条件に対し代表的な植物プランクトンがとる順化・適応の戦略を明らかにすることを目的とし、室内のコントロールした条件で分子レベルの解析を行う。日本側は光化学系複合体を大量精製した後に、生化学的・分光学的解析を行う。フランス側は植物プランクトンの光合成機能に及ぼす環境変動要因の境界条件を決定し、分子生理学的解析を行う。本共同研究で日仏が交流を通じて相互に取り組むことで、学問的には、代表的な植物プランクトンにおける環境環境適応戦略の違いが明らかになると期待される。また、本事業による人材交流が触媒となって、研究の新しい方向性や研究者ネットワークの構築も期待できる。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

● 「新しい知の創造/画期的な科学技術の進展/新分野の開拓」の観点から

- ・珪藻，プラシノ藻など海産性藻類の新しい人工海水培地を開発し，大量培養系を確立した。
- ・モデル緑藻 *Chlamydomonas* の光化学系 I 超複合体の精製方法を確立し，モデル緑藻において強光適応に必須となるサイクリック電子伝達経路を明らかにした。
- ・緑藻 *Chlamydomonas* における中心的な光環境適応機構であるステート遷移を，蛍光寿命イメージング法を用いることで始めて可視化した。
- ・強光条件のプラシノ藻では，新奇強光適応タンパク質である LHCP を含む巨大光化学系 I 超複合体が形成されることを明らかにした
- ・珪藻 *Phaeodactylum* の強光耐性能力の鍵を握るタンパク質 LHCX (LHCSR ファミリー) を同定し，同タンパク質が恒常的に発現し NPQ を実現していることを明らかにした

● 「相手国との協力による研究への相乗効果」の観点から

- ・2009年に植物プランクトンにおける過剰エネルギーを安全に消去する仕組み (NPQ) が提案され，光合成の分野に新しい潮流ができた。もともと異なるアプローチをとっていた仏側と日本側の間にコミュニケーションが確立され，最新情報が活発に双方向に交わされた。これは，お互いの研究への多大な相乗効果をもたらした。

● 「当該研究の今後の展開見込、社会への波及効果」の観点から

- ・もともと当該研究立案時は，植物プランクトンの生理生態学解明に重きを置いたが，期せずして2009年に植物プランクトンにおける過剰エネルギーを安全に消去する新しい仕組み (NPQ) が提案された。仏側日本側の研究代表者は同分野にて中心的に研究活動を行っていたため，この新しい研究の流れの最前線に押し出されることになり，この新しい NPQ の仕組みの解明が二国間研究交流の中心課題となっていくた。

- ・本研究は，学問的意義にとどまらず，産業・社会的観点から見ても価値が高い。たとえば，珪藻は，太陽光と海洋の栄養塩を高効率で使用しており，そのエネルギーをバイオディーゼル等の産業的に価値のある形へ転換させることも可能だ。当該研究交流の成果として，珪藻の強光耐性の鍵を握るタンパク質が解明された。さらに同タンパク質の遺伝子改変の作成も進行中である。珪藻によるバイオディーゼル生産は実現への課題もまだ多いが，本研究交流の成果は太陽光を集めるステップの最適化を行う際に有効である。

6-2 人的交流の成果

● 「相手国との研究交流につながる人材育成」の観点から

- ・本研究交流での最大の成果は，仏側代表者と日本側代表者の間で強固な信頼関係が築かれたことである。皆川は，Finazzi 博士を通して他のフランス，ドイツ，イタリアなどの国の研究者と知りあう事ができ，実際にそこから新しい共同研究も生まれている。一方，Finazzi 博士はこの研究交流により2009年に始めて来日したが，皆川を通して日本の他の研究者と知り合った。この研究交流が二人の信頼関係をもとにさらなる人的交流へと発展したものと評価している。

- ・日本側研究チームの大学院生の一人は仏側研究拠点 (CEA, グルノーブル) へと出張し，フ

ランス中から集まった植物プランクトン研究者と討論を行い、その結果新しい人工海水に関する情報を提供することになった。

・アメリカで開かれた国際会議、中国で開かれた国際会議などでも、研究代表者同士が顔を合わせたわけではなかったが、片方の研究代表者と相手側の研究グループの大学院生などの組み合わせで情報交換、研究打ち合わせを行い、互いの若手研究者との交流も広がっていった。

● 「当該事業を端緒とした相手国との研究交流の増加/持続的発展の可能性（終了後の交流計画を含む）」の観点から

・仏側と日本側の代表研究者間、研究協力者間のコミュニケーションは確実に大きく増加している。これにより双方の研究が発展したことは双方認めることであり、今後も持続的に発展することは確実な状況である。

・当該研究交流終了後の H24 年度には、まず5月に Finazzi 博士が当該研究交流とは別予算で再び来日し、基礎生物学研究所の大型スペクトログラフを用いて、植物プランクトンに強力単色光を当てる実験を行うことが決定している。他の施設では不可能なこの実験計画が立てられたのも当該研究交流の成果であり、この新しい独創的な実験からはまた新しい知見が得られるものと期待される

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Cardol P, Finazzi G Johnson G Minagawa J “Regulation of electron transport in photosynthesis” in “Plastid biology” (Theg S and Wollman FA eds) in “Advances in Plant Biology”, Springer (印刷中)	相手国側との共著
論文	Minagawa, J. (2011) State transitions – The molecular remodeling of photosynthetic supercomplexes that controls energy flow in the chloroplast. <i>Biochim Biophys Acta</i> , 1807: 897-905.	
論文	Bailleul B, Rogato A, de Martino A, Coesel S, Cardol P, Bowler C, Falciatore A, Finazzi G. (2010) An atypical member of the light-harvesting complex stress-related protein family modulates diatom responses to light. <i>Proc Natl Acad Sci U S A</i> 107: 18214-18219.	
論文	Iwai M, Takizawa K, Tokutsu R, Okamuro A, Takahashi Y, Minagawa J (2010) Isolation of the elusive supercomplex driving cyclic electron transfer in photosynthesis. <i>Nature</i> 464: 1210-1213.	
論文	Iwai M, Yokono M, Inada N, Minagawa J. (2010) Live cell imaging of photosystem II antenna dissociation during state transitions. <i>Proc Natl Acad Sci USA</i> 107:2337-2342	