



文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究（研究領域提案型）平成28年度～平成32年度

新光合成

光エネルギー変換システムの再最適化

New Photosynthesis News Letter



No.1

November 2016

目次

ごあいさつ	.....	2
計画班研究紹介		
A01-1 皆川班	.....	3
A01-2 高橋班	.....	4
A01-3 鹿内班	.....	4
A01-4 久堀班	.....	5
A01-5 宗景班	.....	5
A02-1 魚住班	.....	6
A02-2 清水班	.....	6
A02-3 栗栖班	.....	7
総括班役割表	.....	8
国際活動支援班	.....	8
News & Topics		
キックオフミーティング開催報告	.....	9
今後の予定	.....	10
お願い	.....	10

ごあいさつ

9月22-23日のキックオフ・ミーティングから約2ヶ月が立ちました。

皆様、いかがお過ごしでしょうか。

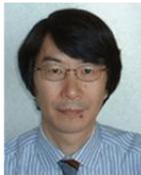
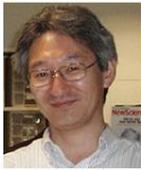
私達は、「プロトン駆動力制御」という新しい考え方を掲げ、一致団結して研究費を獲得し、光合成研究としては初となる新学術領域を立ち上げることになりました。この数ヶ月でさまざまな試みが現実の形となって現れてきています。まず研究費が配分されました。それで人事を行った班もあるでしょう。ホームページが立ち上がりました。公募要領を作成し公募研究を募集しました。説明会には多数の方が集まってくれました。これからその審査も始まります。また、これまで草の根で盛り上げてきた国際連携(海外研究者招聘、若手研究者海外派遣、ワークショップ、国際シンポジウム)を計画的に行うことができるようにもなりました。すでに12月の技術講習会、勉強会、3月のシンポジウムも決定し有力な研究者の来日が決まりました。海外に飛ぶ若手も名乗り出ています。リソースセンター、解析センターの詳細が定まり、機器の納入等の整備が進んでいます。領域を推進していく総括班は月に1度テレビ会議を行っています。

「領域」として研究を行う意義は、「共同研究の促進」と「密な情報交換」、そしてお互いを刺激し合うことによる「研究の活性化」です。いずれも日本の光合成研究のレベルを飛躍的に高めうるものです。領域として完全に軌道に乗るのは平成29年度からになるかもしれませんが、それまでは共同研究の構想を練りつつ、個々の研究力を蓄えてください。そして年に1度は岡崎で、1度は光合成の盛んな自然の中で合宿形式の領域会議をやり、お互いの成果を披露しましょう(次回、次々回は、2017年5月に岡崎OCC、11月に沖縄恩納村OISTと決まっています)。皆さんの研究がこの新学術をきっかけに一層レベルアップするとともに、あの人に発言してほしい、あの人のお話を聞きたい、と多くの人に思われるような研究者がこの領域からたくさん出てきてくれることを願っています。

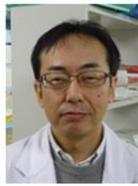
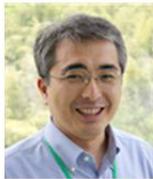
領域代表 皆川 純

計画班研究紹介

A01 : プロトン駆動力の制御機構

NPQ  皆川 純 (基生研)	シトクロムbf  高橋裕一郎 (岡山大)	サイクリック  宗景ゆり (関西学院大)
ATP合成酵素  久掘 徹 (東工大)	トランスポーター  鹿内利治 (京都大)	

A02 : 解析システムの新展開

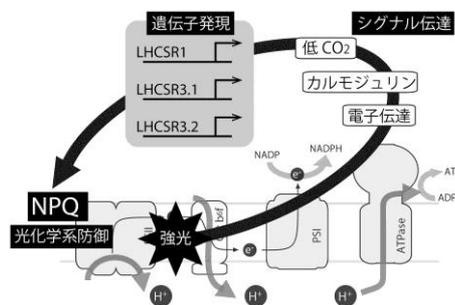
電気生理  魚住信之 (東北大)	
構造  栗栖源嗣 (大阪大)	システム  清水 浩 (大阪大)

A01-1 プロトン勾配による集光のフィードバック制御

研究代表者	皆川 純	基礎生物学研究所	環境光生物学研究部門
研究分担者	秋本 誠志	神戸大学	分子フォトサイエンス研究センター
研究分担者	園池 公毅	早稲田大学	教育・総合科学学術院
連携研究者	高橋 俊一	基礎生物学研究所	環境光生物学研究部門
連携研究者	得津 隆太郎	基礎生物学研究所	環境光生物学研究部門

私たちは、クラミドモナスを用いて、光合成の負のフィードバック制御機構NPQの全容を解明します。特に、①PSII-LHCSR3 超複合体内の励起エネルギー熱変換メカニズム調べることで NPQ 作動機構を明らかにします。②変異株単離/解析、阻害剤解析を通して強光シグナルの全容を解明

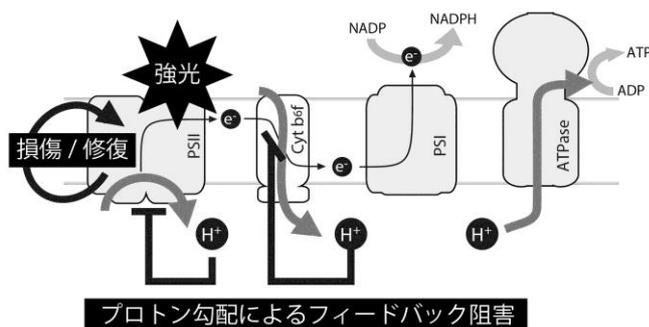
します。③高橋班と連携し光傷害/光修復の変異株や NPQ 変異株を単離/解析し NPQ の生理的役割の理解を深めます。④清水班と連携し、NPQ 制御によるプロトン駆動力制御の戦略を示した上で、NPQ 制御による光合成再最適化を検証します。



A01-2 プロトン駆動力による電子伝達のフィードバック制御

研究代表者	高橋 裕一郎	岡山大学	異分野基礎科学研究所
研究分担者	坂本 亘	岡山大学	資源植物科学研究所
研究分担者	田中 亮一	北海道大学	低温科学研究所
研究分担者	伊福 健太郎	京都大学	生命科学研究所

私たちは、光合成電子伝達反応と共役したプロトン濃度勾配形成機構とプロトン濃度勾配による光合成電子伝達活性の制御機構を、光化学系やシトクロム *b₆f* 複合体の構造に着目し(栗栖班と協力)、網羅的アミノ酸置換というタンパク質工学

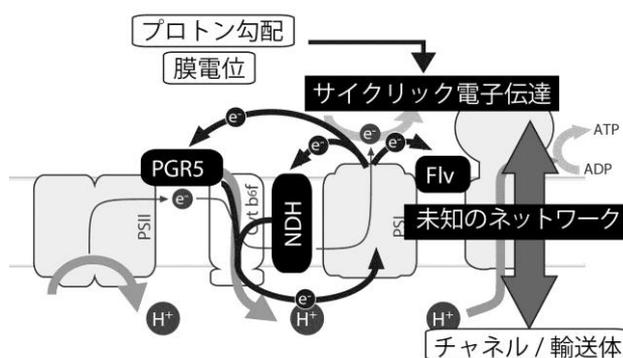


の手法を用いて明らかにします(皆川班、鹿内班、久堀班、清水班と協力)。また、光化学系IIの光損傷・修復の分子機構をタンパク質分解の活性調節、酸素発生系、クロロフィル合成系および複合体のアセンブリ活性に着目し、分子生物学・生化学・生物物理学などの学際的手法を活用して説明します。

A01-3 プロトン駆動力制御ネットワークの遺伝学解析

研究代表者	鹿内 利治	京都大学	理学研究科
連携研究者	西村 芳樹	京都大学	理学研究科

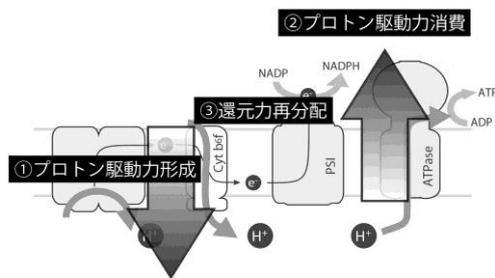
私たちは、プロトン駆動の大きさと成分(膜電位とプロトン濃度勾配)と調節の鍵をそれぞれ握るサイクリック電子伝達とイオン輸送体チャンネルに着目し、葉緑体内で ATP 合成と電子伝達の抑制のトレードオフを最適化するネットワークを明らかにすることをめざします。魚住班と協力して、新規イオン輸送体チャンネルの分子機能を明らかにします。また宗景班と協力して、C4 植物での細胞特異的プロトン駆動力の成分制御の生理機能を明らかにします。



A01-4 ATP 合成酵素によるプロトン駆動力制御

研究代表者	久堀 徹	東京工業大学	化学生命科学研究所
研究分担者	矢守 航	東京大学	理学系研究科
研究分担者	吉田 啓亮	東京工業大学	化学生命科学研究所
連携研究者	若林 憲一	東京工業大学	化学生命科学研究所

私たちは、光合成におけるプロトン濃度勾配形成の鍵を握るシトクロム b_6f 複合体とプロトン濃度勾配を駆動力として ATP 合成を行う ATP 合成酵素、それぞれの構造に着目し、 ΔpH 形成と消費の分子機構を解明することで、その高次な制御を目指します。特に、栗栖班との共同で構造情報からの

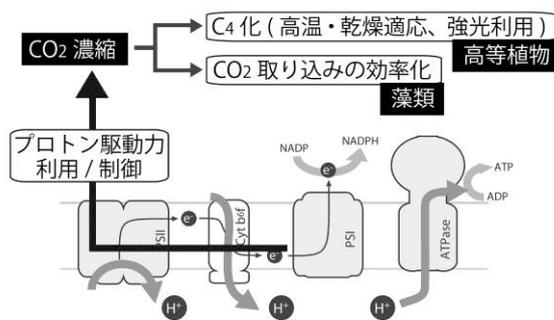


予測に基づいてシステムの改変を行い、これを生理生化学的に検証することで、新たなシステム制御の可能性を探ろうと考えています。さらに、緑藻の運動系などを用いた生理活性の新規モニターシステムを開発し、光合成制御システム改変の有効性を検証する予定です。

A01-5 C4 光合成を可能にしたプロトン駆動力制御の進化

研究代表者	宗景 ゆり	関西学院大学	理工学部
研究分担者	松田 祐介	関西学院大学	理工学部
研究分担者	古本 強	龍谷大学	農学部
連携研究者	辻 敬典	関西学院大学	理工学部
連携研究者	谷口 幸美	関西学院大学	理工学部

低 CO₂ 環境下におかれた植物は、陸上植物においては乾燥・高温・強光環境下で有利な C₄ 光合成として、水棲藻類においては無機炭素濃縮機構として、進化の過程で CO₂ 濃縮能力を獲得しました。これらの植物では CO₂ 濃縮に必要な ATP の供給や、CO₂ を効果的に発生させるために、特有の

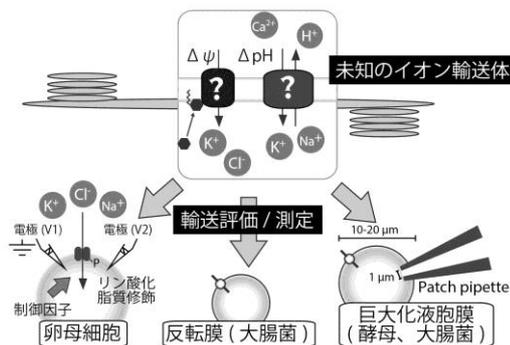


プロトン駆動力制御システムを発達させています。私たちは、進化の過程で CO₂ 濃縮能力を獲得した植物のプロトン駆動力制御システムを鹿内班、魚住班と協力して解析し、過酷環境下での高い光合成活性を維持するための光合成制御機能の解明を目指します。

A02-1 イオン輸送によるプロトン駆動力成分制御

研究代表者	魚住 信之	東北大学	工学研究科
研究分担者	川崎 寿	東京電機大学	工学部
連携研究者	池内 昌彦	東京大学	総合文化研究科
連携研究者	浜本 晋	東北大学	工学研究科
連携研究者	解良 康太	東北大学	工学研究科

私たちは、葉緑体およびラン藻のイオン輸送体に着目して、プロトン駆動力の形成に関与する分子の理解をめざします。駆動力成分に関するイオン輸送体の同定とその輸送活性の評価を行い、光合成電子伝達系によるプロトン駆動力の形成や過剰に蓄積したプロトン駆動力の解消に関わる協奏・共役的または脱共役系に機能する調節系や成分変換系、その制御を調べます。また、他の班がすすめる輸送活性に関する有機的な研究の連携をはかり、プロトン駆動力の成分の調節の成り立ちを解析します。

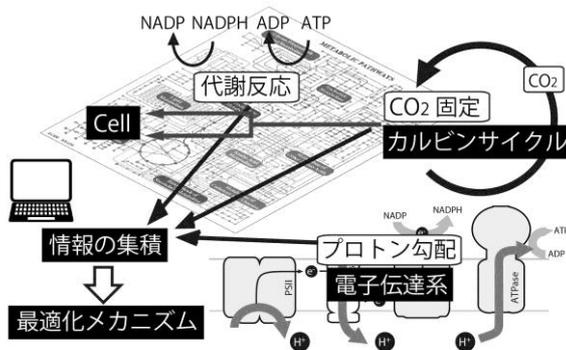


私たちは、葉緑体およびラン藻のイオン輸送体に着目して、プロトン駆動力の形成に関与する分子の理解をめざします。駆動力成分に関するイオン輸送体の同定とその輸送活性の評価を行い、光合成電子伝達系によるプロトン駆動力の形成や過剰に蓄積したプロトン駆動力の解消に関わる協奏・共役的または脱共役系に機能する調節系や成分変換系、その制御を調べます。また、他の班がすすめる輸送活性に関する有機的な研究の連携をはかり、プロトン駆動力の成分の調節の成り立ちを解析します。

A02-2 プロトン駆動力による細胞内代謝制御

研究代表者	清水 浩	大阪大学	情報科学研究科
研究分担者	小山内 崇	明治大学	農学部
連携研究者	松田 史生	大阪大学	情報科学研究科
連携研究者	戸谷 吉博	大阪大学	情報科学研究科

私たちは、シアノバクテリアを中心に光合成と主要な代謝反応をゲノムワイドに表現するゲノムスケール代謝モデル(GMM)を構築し、光合成と代謝をシステムとして統合的に理解する方法の開発を行います。このモデルに各班で得られたプロトン駆動力と光合成の知見を盛り込み、光合成再最適化のためのシミュレーションやシステム解析を行います。また、代謝フラックス解析、プロテオーム解析、転写制御解析など、システム生物学の手法を発展させ、光合成の素過程が細胞全体に及ぼす影響についてのウェットとドライの生物学両面から理解を深めます。

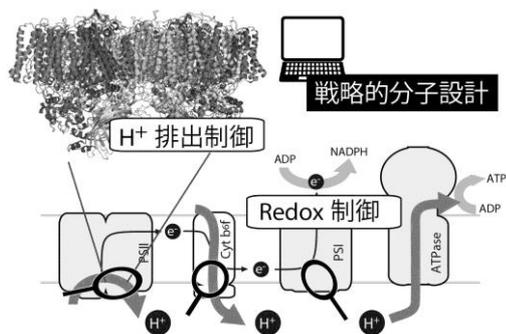


A02-3 構造を基盤としたプロトン排出の戦略的分子設計

研究代表者	栗栖 源嗣	大阪大学	蛋白質研究所
研究分担者	斉藤 圭亮	東京大学	先端科学技術研究センター
連携研究者	田中 秀明	大阪大学	蛋白質研究所
連携研究者	石北 央	東京大学	先端科学技術研究センター

私たちは、プロトン勾配を生成する分子装置の構造解析と、プロトンによる活性制御機構を構造ベースで解き明かし、pH 感受性を改変する分子設計の指針策定を行います。原子構造をベースとした改変戦略では、A01 の各研究班と緊密に連携して機能解析を行います。光合成エネルギー変換を構成する分子装置の多くは、原子分解能の

結晶構造が報告されています。私たちは、これまでの構造生物学が苦手としてきたプロトンを厳密に取り扱うことで、プロトン駆動力の生成と、プロトン勾配による制御を対象とした新しい構造生物学研究を進める予定です。



総括班役割表

研究代表者	皆川 純	基礎生物学研究所	環境光生物学研究部門	領域代表・領域の総括
研究分担者	園池 公毅	早稲田大学	教育・総合科学学術院	光合成解析センター(蛍光測定)
研究分担者	高橋 裕一郎	岡山大学	異分野基礎科学研究所	国際活動支援・光合成リソースセンター
研究分担者	坂本 亘	岡山大学	資源植物科学研究所	渉外
研究分担者	鹿内 利治	京都大学	理学研究科	国際活動支援・光合成リソースセンター
研究分担者	久堀 徹	東京工業大学	化学生命科学研究所	事務局
研究分担者	矢守 航	東京大学	理学系研究科	光合成解析センター(物質収支)
研究分担者	宗景 ゆり	関西学院大学	理工学部	ホームページ担当
研究分担者	魚住 信之	東北大学	工学研究科	集会・光合成解析センター(電気生理)
研究分担者	清水 浩	大阪大学	情報科学研究科	光合成解析センター (メタボローム・プロテオーム)
研究分担者	栗栖 源嗣	大阪大学	蛋白質研究所	ニュースレター担当
研究協力者	伊藤 善一	明治大学	農学部	評価者
研究協力者	太郎田博之	(株)DIC	R&D本部	評価者

国際活動支援班

研究代表者	皆川 純	基礎生物学研究所	環境光生物学研究部門
研究分担者	高橋 裕一郎	岡山大学	異分野基礎科学研究所
研究分担者	鹿内 利治	京都大学	理学研究科

1. 国際シンポジウム、ワークショップの開催

国際シンポジウムは、海外の第一線で活躍する研究者を集め、国内ではなかなか経験できない高いレベルの議論を提供することを狙います。国際ワークショップは、よりテーマを絞って少数の研究者を招聘し、密度の高い議論を行うことで、新しい技術を取り入れるなど、海外との強固な協力関係を確立することをめざします。若手研究者の積極的な参加を期待します。ワークショップのテーマや招聘研究者は、領域内で公募します。

2. 海外招聘、派遣

海外招聘制度は、海外の研究者を一定期間特定の研究機関に招聘する費用を補助します。若手研究者を招聘し、実質的な共同研究を行うことも可能です。

派遣制度は、若手研究者を共同研究や情報交換などの目的で、一定期間、海外に派遣する費用を補助するものです。

興味のある方は、領域ホームページの募集要項を参照してください。応募は領域メンバーに限ります。

News & Topics

・キックオフミーティング開催

報告者: 栗栖源嗣

会場: 東京大学理学部2号館講堂

日時: 2016年9月22日(木)16:30 ~ 23日(金)17:45

公募説明会(2016年9月22日(木)13:00~15:30)の後, しばらくの休憩をとって引き続きキックオフミーティングが開催されました. 各班から数名の班員が、これまでの研究実績やこれから行う研究プランを紹介しました. 会場には各研究室で本領域研究に関わる博士研究員や大学院生などの若手も数多く参加し, 領域が目指すブレークスルーを目指して, じっくりと話し合う大変よい機会となりました.



キックオフミーティングのプログラム

9月22日

16:30-16:40	代表挨拶	皆川
16:40-17:00	A01-1	皆川
17:00-17:15	A01-1	秋本
17:15-17:30	A01-1	園池
17:30-17:45	討論・休憩	
17:45-18:05	A01-3	鹿内
18:05-18:20	A01-3	山本
18:20-18:30	討論	
18:45-21:00	懇親会	

11:05-11:20	討論・休憩	
11:20-11:40	A01-5	宗景
11:40-11:55	A01-5	古本
11:55-12:10	A01-5	辻
12:10-12:20	討論	
12:20-13:40	昼食	
	(第1回総括班会議)	

9月23日

9:00- 9:20	A01-2	高橋
9:20- 9:35	A01-2	坂本
9:35- 9:50	A01-2	田中亮一
9:50-10:05	A01-2	伊福
10:05-10:20	討論・休憩	
10:20-10:40	A01-4	久堀
10:40-10:55	A01-4	矢守
10:55-11:05	A01-4	若林

13:40-14:00	A02-1	魚住
14:00-14:10	A02-1	川崎
14:10-14:25	A02-1	池内
14:25-14:40	討論・休憩	
14:40-15:00	A02-3	栗栖
15:00-15:15	A02-3	齊藤
15:15-15:30	討論・休憩	
15:30-15:50	A02-2	清水
15:50-16:05	A02-2	松田
16:05-16:20	討論・休憩	
16:20-17:40	全体討論	
17:40-17:45	おわりに	皆川

今後の予定

2016年11月19日(土)14:00 ~ 20日(日)12:00

第4回代謝工学研究部会技術交流会(大阪大学大学院情報科学研究科 B 棟)

<http://www.ist.osaka-u.ac.jp/japanese/access/index.html>

2016年12月 9日(金)11:00 ~ 18:00

第1回「光合成道場」技術講習会(京都大学農学部)

2016年12月10日(土)13:00 ~ 17:00

第1回勉強会:プロトン駆動力(京都メルパルク研究室5)

2017年 3月16日(木)午後

新学術領域主催シンポジウム「A new horizon in photosynthesis research: Regulation

via proton motive force」(植物生理学会鹿児島年会)

2017年 3月18日(土)午後 ~ 20日(月)午前

新学術領域主催ワークショップ(鹿児島県, 場所未定)

2017年 5月 9日(火)12:00 ~ 11日(木)12:00

平成29年度春期領域会議(岡崎コンファレンスセンター大ホール)

2017年11月頃(日時未定)

平成29年度秋期領域会議(場所未定)

お願い

研究成果の投稿について

本ニュースレターは毎年2回発行予定です。次号以降、研究成果の論文紹介を行います。論文発表された場合には、原著論文の情報について簡単な日本語の説明文つきで情報をお知らせください。第2号の締切は、5月15日とさせていただきます。編集室の筒井 (m.tsutsui@protein.osaka-u.ac.jp) までメールをいただきたくお願いいたします。ご多用のところお手数をおかけしますが、ご投稿よろしくお願いたします。

「新光合成：光エネルギー変換システムの再最適化」
月刊ニュースレター



発行人 皆川 純
編集人 栗栖源嗣

発行所 新学術領域「新光合成：光エネルギー変換
システムの再最適化」領域事務局

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘3-2
大阪大学蛋白質研究所蛋白質結晶学研究室
TEL 06-6879-8605 FAX 06-6879-8606