

2011年7月20日  
第5回ERL計画推進委員会  
4号館セミナーホール

# サイエンスワークショップⅡ、 ERLシンポジウム等の報告

PF 足立伸一

# ERLサイエンスに関する 最近のイベント

- 2011年2月23日 第4回ERL計画推進委員会
- 4月27, 28日 ERLサイエンスワークショップⅡ
- 7月11日 ERLシンポジウム2011 「持続可能な社会を実現する放射光」
- 7月11, 12日 第28回PFシンポジウム
  - PF将来光源ERL計画
  - ERL計画「PFからERLへ～私の研究はどうなる？」
- 7月12日 XDL2011ワークショップ報告会

# ERLサイエンスワークショップⅡ

(2011年4月27, 28日 KEK小林ホール)

[http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/science\\_workshop/index.html](http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/science_workshop/index.html)



## 4月27日(水)

12:00- 受付開始

13:00-13:10 所長挨拶 下村 理 (KEK)

13:10-14:20 座長:朝倉 清高 (北海道大学)

13:10-13:30 「はじめに-背景と問題提起-」 並河 一道 (東京理科大学)

13:30-13:50 「ERL計画の概要」 河田 洋 (KEK)

13:50-14:20 「ERL/XFEL-Oの光の性質とサイエンス・ケース」 足立 伸一 (KEK)

14:20-14:40 休憩

14:40-16:40 企画講演「ERLによる超高速物質ダイナミクス研究の展開」座長:河田 洋 (KEK)

14:40-15:20 「極超短パルス光で見る、操る、強相関電子系の光誘起相転移」 岩井 伸一郎 (東北大学)

15:20-16:00 「持続可能な社会の実現を目指した太陽光エネルギー利用研究の現状と課題」 井上 晴夫 (首都大学東京)

16:00-16:40 「触媒科学における超高速反応機構の解明」 朝倉 清高 (北海道大学)

16:40-17:00 休憩

17:00-18:00 特別講演「ERLで必要となる要素技術」座長:平野 馨一 (KEK)

17:00-17:30 「X線ナノ集光技術の展望」 山内 和人 (大阪大学)

17:30-18:00 「X線顕微鏡の展望」 鈴木 芳生 (JASRI)

18:00-18:30 ERLが切り拓く物質科学の展望(I) 座長:平野 馨一 (KEK)

18:00-18:30 「X線非弾性散乱研究における将来展望 -XFELへの期待-」 石井 賢司 (JAEA)

19:00~ 懇親会(リヨン・ド・リヨン)

## 4月28日(木)

09:00-11:00 ERLが切り拓く物質科学の展望(I)(つづき) 座長:中尾 裕則 (KEK)

09:00-09:30 「非周期的な構造の高空間分解イメージング」 有馬 孝尚 (東京大学)

09:30-10:00 「ナノビームによる極高圧下における惑星科学」 船守 展正 (東京大学)

10:00-10:30 「新光源による高速軟X線分光の研究展開」 松田 巖 (東京大学)

10:30-11:00 「ERLで展開可能となるX線イメージング」 矢代 航 (東京大学)

11:00-11:20 休憩(20分)

11:20-12:20 ERLが切り拓く生命科学の展望 座長:足立 伸一 (KEK)

11:20-11:50 「天然変性タンパク質をターゲットとした新しい構造生物学—将来光源を用いた1分子解析を目指して」 佐藤 衛 (横浜市立大学)

11:50-12:20 「ナノビームを用いた構造生物学の将来像」 若槻 壮市 (KEK)

12:20-13:30 昼食(70分)

13:30-14:30 ERLが切り拓く物質科学の展望(II) 座長:雨宮 健太 (KEK)

13:30-14:00 「表面・界面化学反応、磁性薄膜研究のERLにおける将来展望」 阿部 仁 (KEK)

14:00-14:30 「光応答物質における物性変化とその化学」 所 裕子 (東京大学)

14:30-15:00 休憩(30分)

15:00-16:00 まとめ:(総合討論) 河田 洋ディスカッションリーダー (KEK)

# ERLサイエンスワークショップⅡ プログラムの構成

## ERL利用研究概説

背景と問題提起(並河)、計画概要(河田)

ERLサイエンス

基盤技術

物質科学

物理系

物質科学

化学系

生命科学

X線集光  
技術

# ERL利用研究概説

## 背景と問題提起(並河)

光源の個別的 특성

- ナノビーム
- 空間コヒーレンス
- 短パルス
- 時間コヒーレンス



光源の特性の有効な組み合わせ



ERLの特性を生かしたユニークな実験技法をつくる！



特徴ある実験技法を適用するサイエンス



個別研究課題

# ERLサイエンスの方向性

エネルギー・環境・物質・生命

持続可能な社会の実現

## コヒーレンス

X線スペックル  
X線ホログラフィー  
磁気スペックル  
コヒーレント回折イメージング

## ダイナミクス

光電子ダイナミクス  
核共鳴散乱構造解析  
共鳴散乱ダイナミクス  
回折ダイナミクス  
分光ダイナミクス

## ナノビーム

ナノビーム分析  
X線顕微分光  
蛍光X線構造解析

## 不均一系の科学

(触媒活性点、表面、欠陥、生物 etc.)

## 空間スケールの階層構造

(生物、ドメイン構造、etc.)

## 時間スケールの階層構造

(非平衡、エネルギー散逸構造、etc.)

## 既存測定の高精度化

(精密科学への道)

特徴ある測定技術群

新しい研究分野

有効な  
組合せ

時間分解  
空間相関

コヒーレント  
フラックス

ダイナミクス

高密度ナノ  
ビーム

光源特性

短パルス

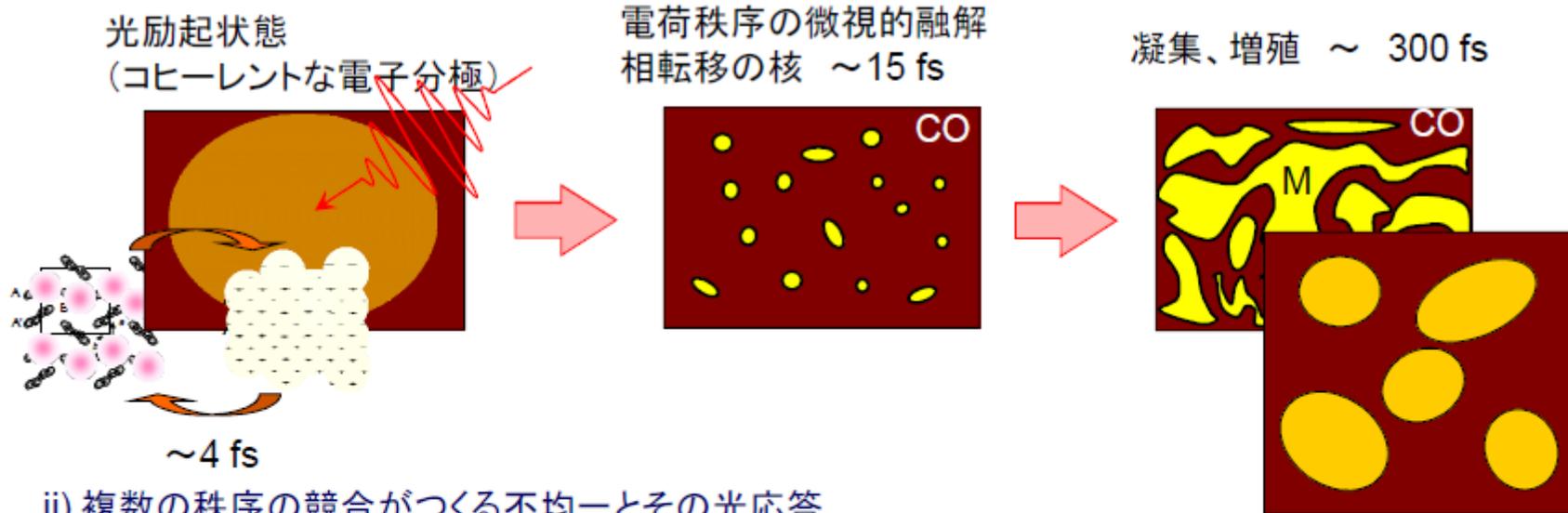
空間コヒーレンス

高繰り返し

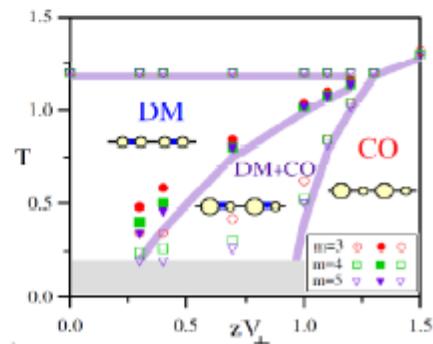
# ERLサイエンス～物質科学(物性)

## 光による不均一ダイナミクス(岩井)

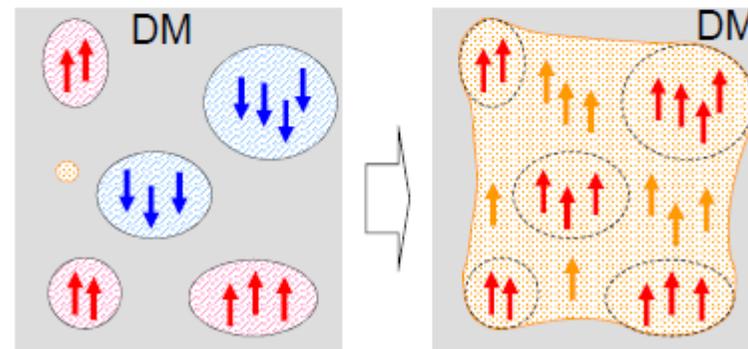
i) 電子分極から核の生成と凝集ダイナミクスへ



ii) 複数の秩序の競合がつくる不均一とその光応答



Seo et al. JPSJ 76, 013707 (2007).



# ERLサイエンス～物質科学(物性)

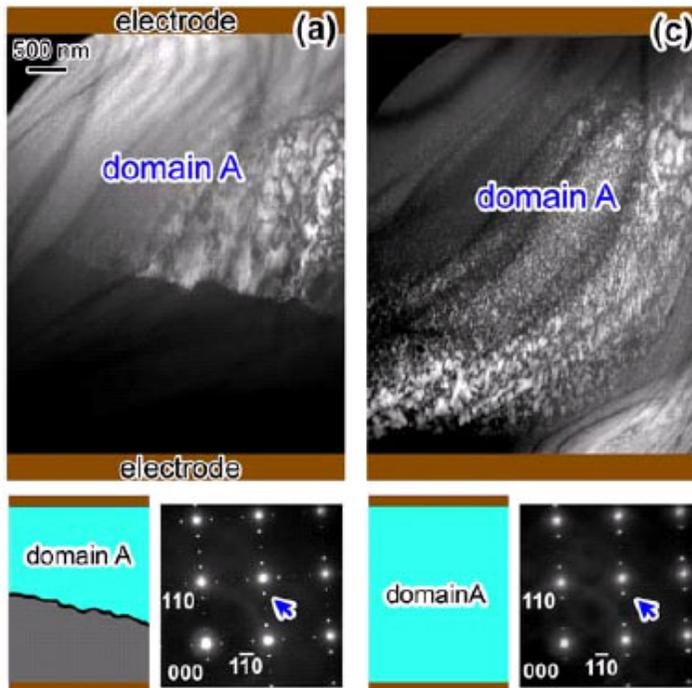
## 非周期的な構造の高空間分解イメージング(有馬)

構造物性分野からの期待

ERL= 可干渉性 短パルス性 平行性

移相子による偏光制御

回折スペクトロスコピー



高い空間分解能

広い視野

速い撮像時間

高い感度

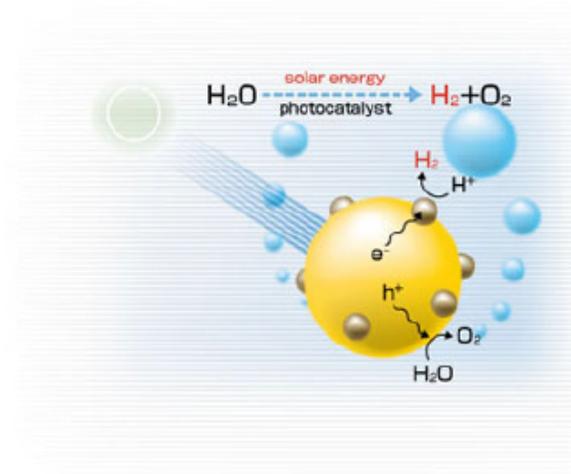
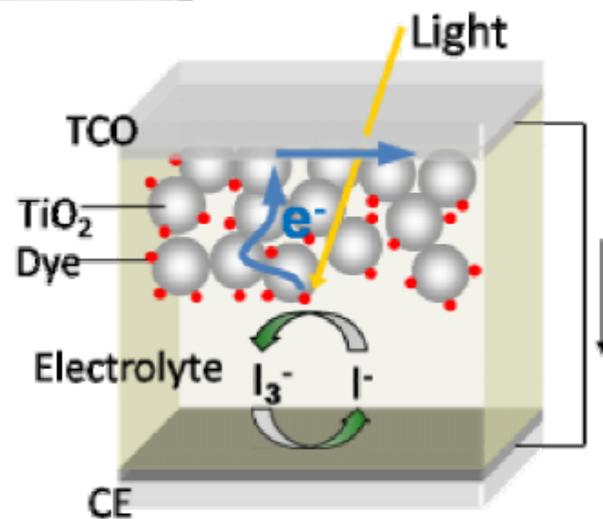
温度  
磁場  
電場  
力  
光照射

不均一状態および  
光励起状態の電荷、スピン、  
軌道自由度の理解

# ERLサイエンス～物質科学(化学)

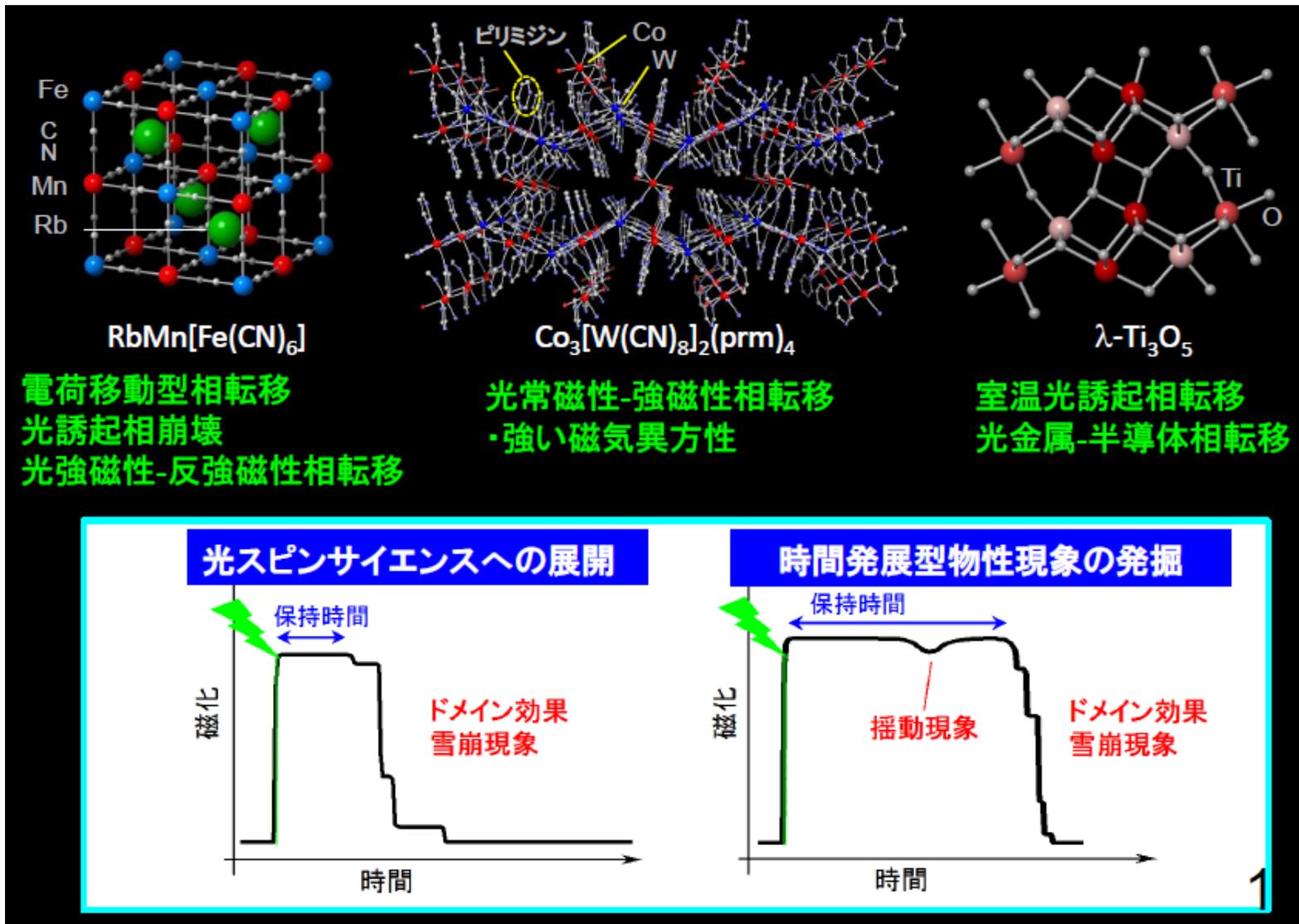
## 人工光合成による持続可能な社会の実現(井上)

### 色素増感太陽電池 水分解半導体触媒



# ERLサイエンス～物質科学(化学)

## 光応答物質における物性変化とその化学(所)



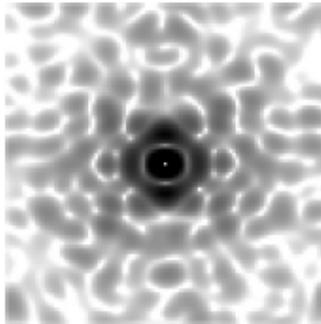
# ERLサイエンス～生命科学

## 天然変性タンパク質（佐藤）

天然変性タンパク質をターゲットとした新しい構造生物学



コヒーレント光を用いた  
新しいタンパク質溶液散乱法の提案



異方的な散乱パターンから  
タンパク質構造情報が引き出せるか



**研究1**

フェムト秒パルスレーザーによるタンパク質1分子からの溶液散乱

**研究2**

少数タンパク質分子からの溶液散乱

北大・西野吉則研究室との共同研究

# ERLシンポジウム2011

## 持続可能な社会を実現する放射光

(2011年7月11日 エポカルつくば)

[http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl\\_sympto/index.html](http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_sympto/index.html)



## 7月11日(月)

12:00～ 受付開始(PFシンポジウムも含む)

13:00-13:10 開会あいさつ 下村 理(KEK-物質構造科学研究所・所長)

### 13:20-14:50 座長 若槻 壮市(KEK-放射光科学研究施設長)

13:20-14:05 **特別基調講演**  
「日本「再創造」-「プラチナ社会」の実現に向けて-」 小宮山 宏((株)三菱総合研究所)

14:05-14:50 **基調講演**  
「持続可能な社会の実現に向けた物質開発」 十倉 好紀(東京大学大学院工学系研究科)

14:50-15:10 休憩(20分) [写真撮影]

### 15:10-16:45 座長 足立 伸一(KEK-放射光科学研究施設)

15:10-15:35 「ERL計画の概要と進捗状況」 河田 洋(KEK-ERL計画推進室)

15:35-16:10 「酸素発生光化学系IIの反応機構の推定と人工光合成に向けた課題」 神谷 信夫(大阪市立大学複合先端研究機構)

16:10-16:45 「触媒表面の超高速ナノ空間測定への期待」 朝倉 清高(北海道大学触媒化学研究センター)

16:45-17:05 休憩(20分)

### 17:05-18:30 座長 河田 洋(KEK-ERL計画推進室)

17:05-17:40 「超高速光デバイス材料開拓における課題」 腰原 伸也(東京工業大学大学院理工学研究科)

17:40-18:15 「デバイス開発研究の期待」 尾嶋 正治(東京大学大学院工学系研究科)

18:15-18:30 まとめ

# ERLシンポジウム2011 プログラムの構成

持続可能な社会の実現(小宮山)

持続社会のための物質開発・エネルギー変換(十倉)

強相関物質  
(十倉)

人工光合成  
(神谷)

光デバイス  
(腰原)

電子デバイス  
(尾嶋)

触媒  
(朝倉)

# 日本「再創造」

～「プラチナ社会」の実現に向けて～（小宮山）

**普及型需要 → 高度成長国へ向かい、飽和する**

・今現にある商品

家、車、テレビ、新幹線、原子力発電所等

**創造型需要 → 内需を生み、雇用を創出する**

・生まれつつある需要 → グリーン成長産業

高効率給湯器、LED照明、太陽電池等日本優位

・これから生まれる需要 → シルバー成長産業

高齢社会に不可欠な製品群…

**ビジョンを共有し、**

**「ものづくり力」と「文化力」を活かす**

# 持続可能な社会の実現に向けた物質開発 イノベーション4(十倉)

1. 太陽電池の発電効率を40%以上
2. 熱を電力に、電力を熱に変換する熱電変換の性能指数(ZT)を4以上
3. 電気抵抗がゼロとなる超伝導が起きる温度を室温を十分に超える400K(約127°C)以上
4. 蓄電池のエネルギー密度を400Wh/kg以上

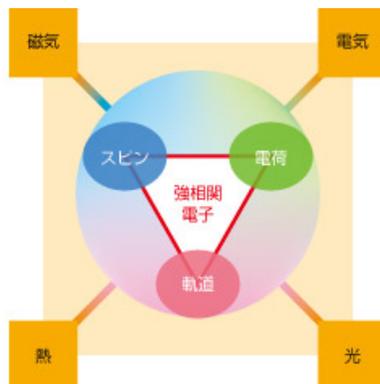


図1 交差相関

強相関電子系を利用して電子のスピン・電荷・軌道を結び付けることにより、電気・磁気・光・熱の当たり前でない応答“交差相関”が実現できる。

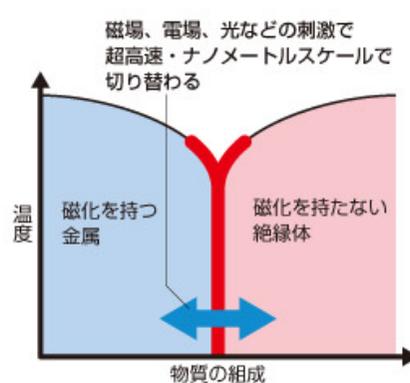


図2 超巨大磁気抵抗の原理

“磁化を持たない絶縁体”と“磁化を持つ金属”が融合した状態をつくる。磁化を持たない絶縁体に磁場を与えると、磁化を持つと同時に金属に変わり、電気抵抗が激減する。この高速相変化は光照射や電場印加でも可能。

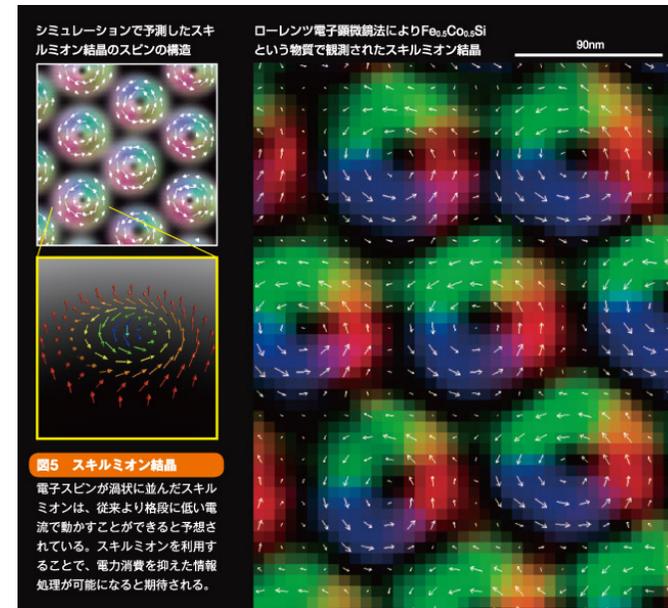
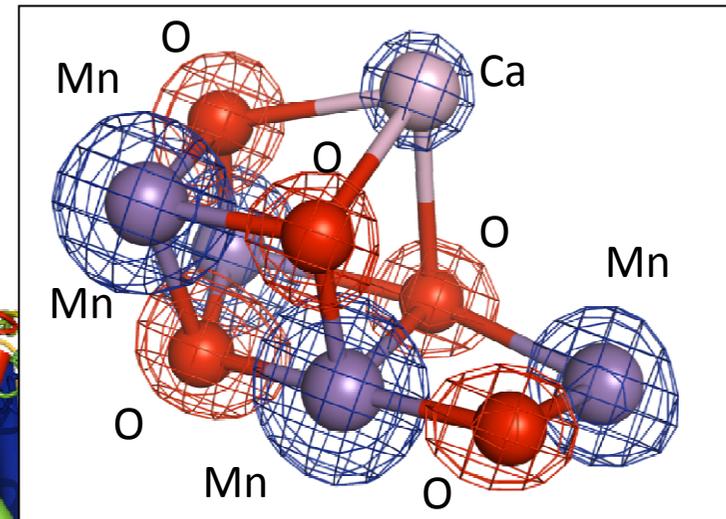
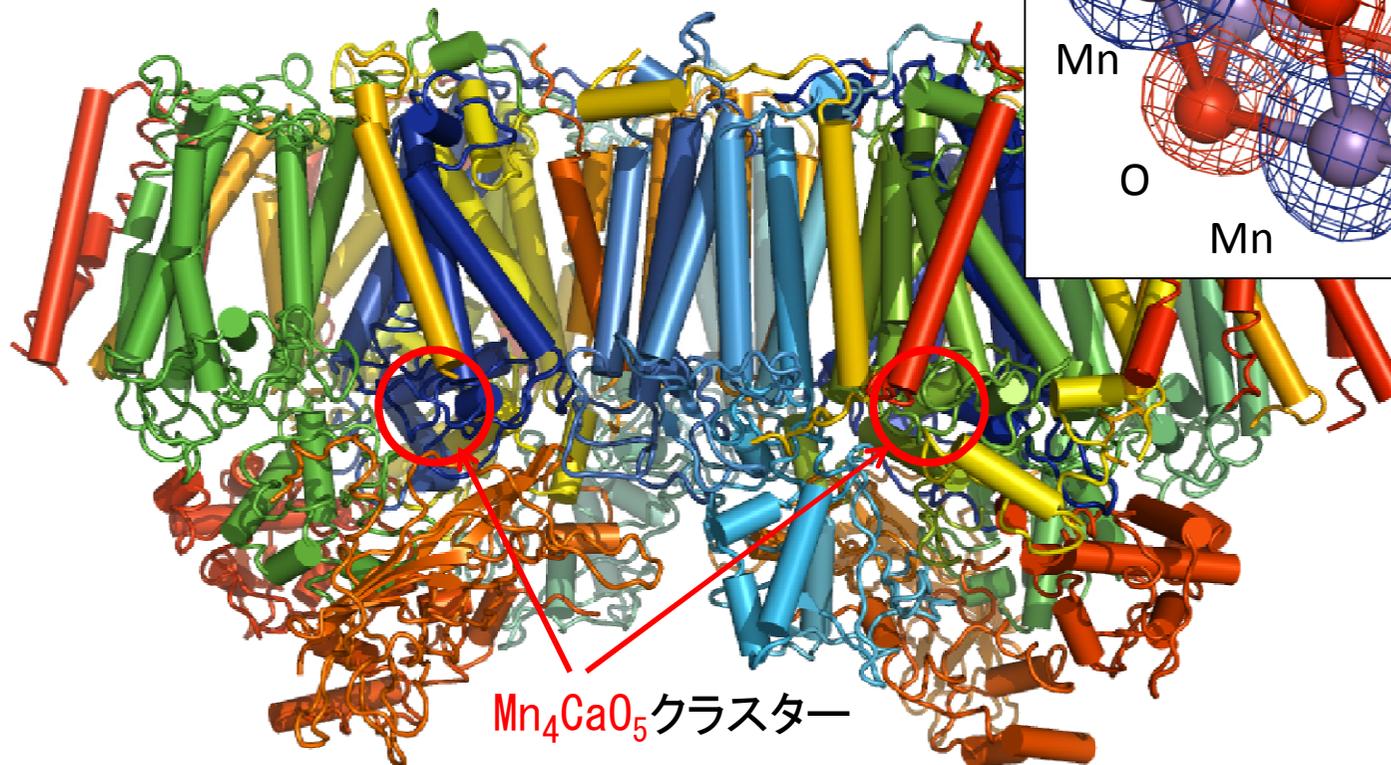


図5 スキルミオン結晶

電子スピンの渦状に並んだスキルミオンは、従来より格段に低い電流で動かすことができると予想されている。スキルミオンを利用することで、電力消費を抑えた情報処理が可能になると期待される。

# 酸素発生光化学系IIの反応機構の推定と人工光合成に向けた課題(神谷)

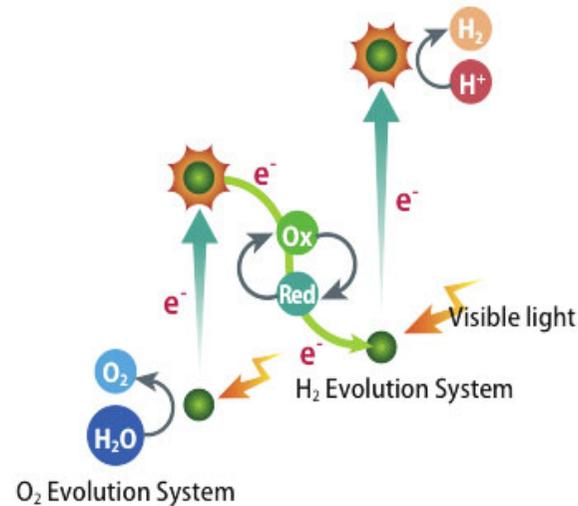
酸素発生部位の構造解明から  
人工光合成の実現へ



# サステナブル社会と触媒(朝倉)

- 環境負荷軽減
    - 省資源、省エネルギー
- 100% 転化率、100% 選択性  
完全触媒
- $C_3H_8 + O_2 \rightarrow C_3H_4O + 2H_2O$  50% 転化率、90% 選択性
    - » MoVNbTeO<sub>x</sub> 触媒

- 創エネルギー
  - 光触媒
  - バイオマス



- 炭素循環、水素循環

# ERLサイエンスの方向性

エネルギー・環境・物質・生命

持続可能な社会の実現

## コヒーレンス

X線スペックル  
X線ホログラフィー  
磁気スペックル  
コヒーレント回折イメージング

## ダイナミクス

光電子ダイナミクス  
核共鳴散乱構造解析  
共鳴散乱ダイナミクス  
回折ダイナミクス  
分光ダイナミクス

## ナノビーム

ナノビーム分析  
X線顕微分光  
蛍光X線構造解析

## 不均一系の科学

(触媒活性点、表面、欠陥、生物 etc.)

## 空間スケールの階層構造

(生物、ドメイン構造、etc.)

## 時間スケールの階層構造

(非平衡、エネルギー散逸構造、etc.)

## 既存測定の高精度化

(精密科学への道)

特徴ある測定技術群

新しい研究分野

有効な  
組合せ

時間分解  
空間相関

コヒーレント  
フラックス

ダイナミクス

高密度ナノ  
ビーム

光源特性

短パルス

空間コヒーレンス

高繰り返し