

THz-CSRビームライン利用計画

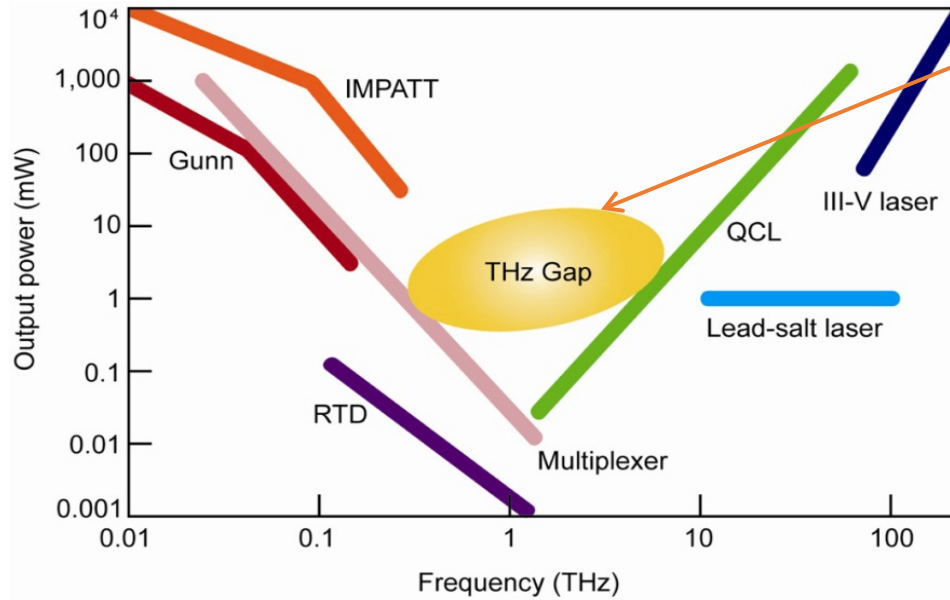
足立伸一

KEK PF

ERL 計画推進委員会

2013年6月10日

Terahertz



THz領域には大強度光源がない。
→THzギャップ

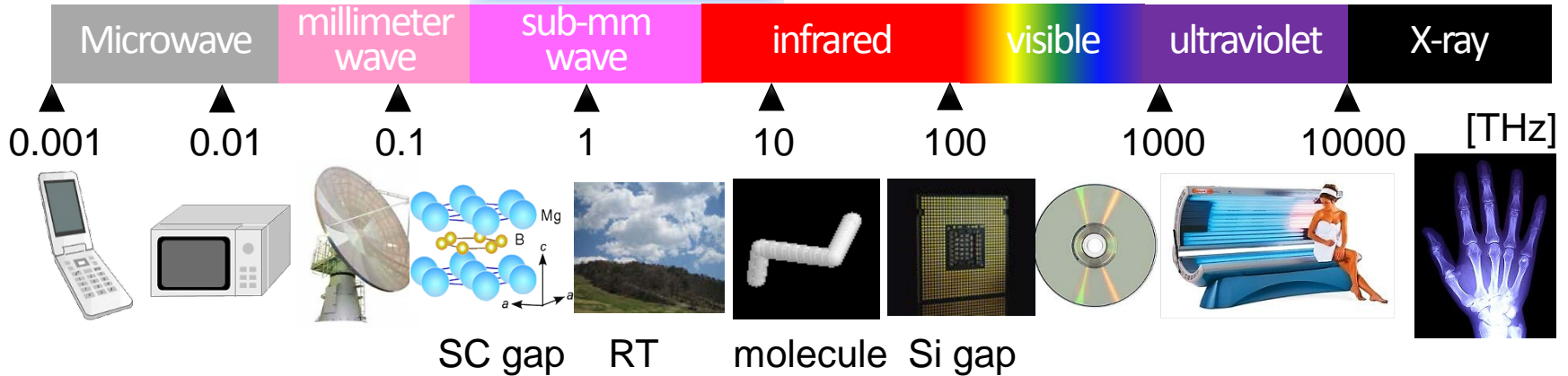
1 THz
= 4.13 meV
= 52 K
= 300 μm
= 33.3 cm^{-1}

Radio wave

“THz gap”

Optics

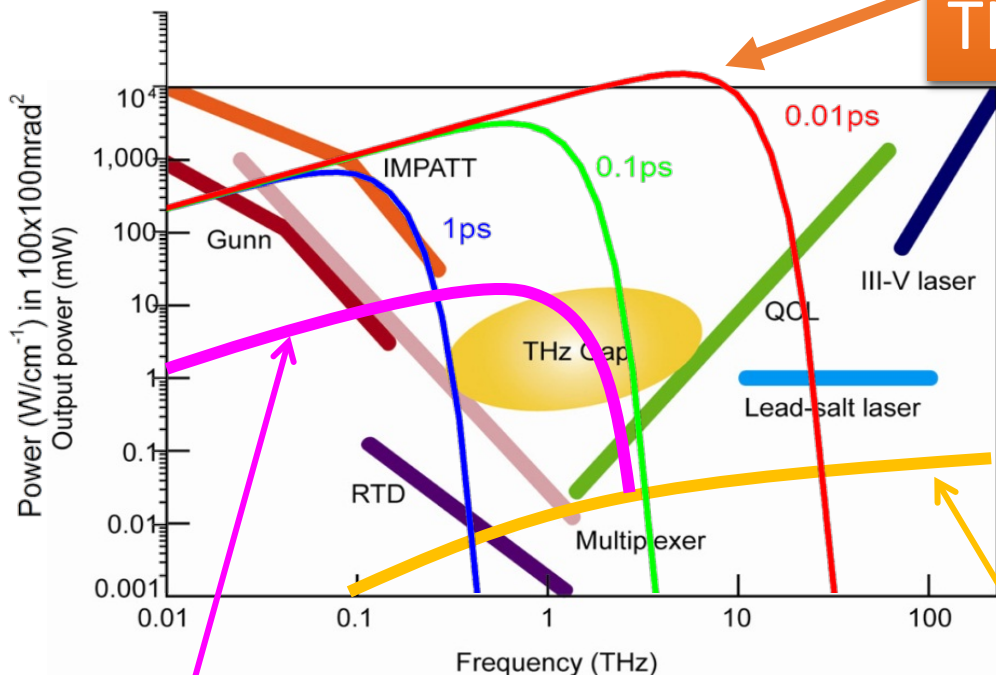
THz



資料提供: 木村真一先生 (分子研UVSOR)

THz-CSRの強度比較

cERLからの
THz-CSR

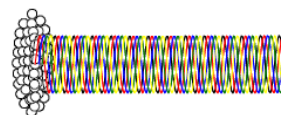


バンチ長



コヒーレント放射

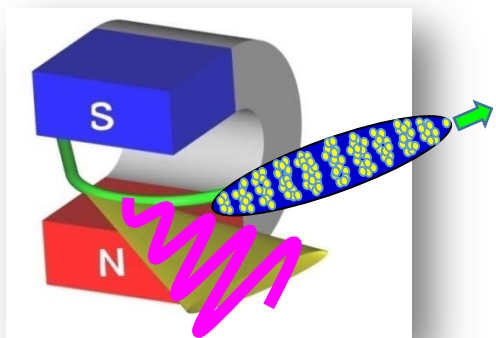
$$P \propto N^2$$



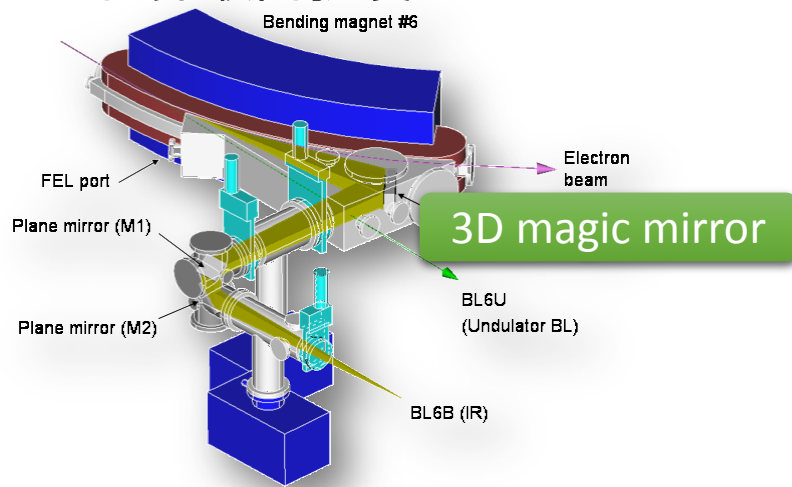
インコヒーレント放射

$$P \propto N$$

UVSOR-IIIのレーザー
スライスTHz-CSR



UVSOR-IIIの偏向電磁石からの放射光
IR/THz-SRで世界最高強度



光・量子融合連携研究開発プログラム(2013~2017年度)

レーザー・放射光融合による 光エネルギー変換機構の解明

代表: KEK 足立伸一

参画機関: 分子研、東工大、
首都大学東京



課題の概要

- **【目的】** レーザー光と放射光の複合利用により、「人工光合成」の実用化に貢献し、我が国のエネルギー需給に占める太陽光エネルギーの割合を飛躍的に向上させる。
- **【特徴1】** グリーンイノベーションの実現のための光反応ダイナミクス精密計測プラットフォームを形成する。
- **【特徴2】** 触媒化学、光化学、材料科学分野の研究者との緊密な協力体制の下で、共同研究を推進する。
- **【特徴3】** 大学と共同利用機関との共同研究を通じて、若手研究人材育成を推進する。

課題のビジョン

グリーンイノベーションによる
太陽光エネルギー比率の飛躍的向上



化石燃料
の枯渇

温室ガス
CO₂削減

再生可能
エネルギー



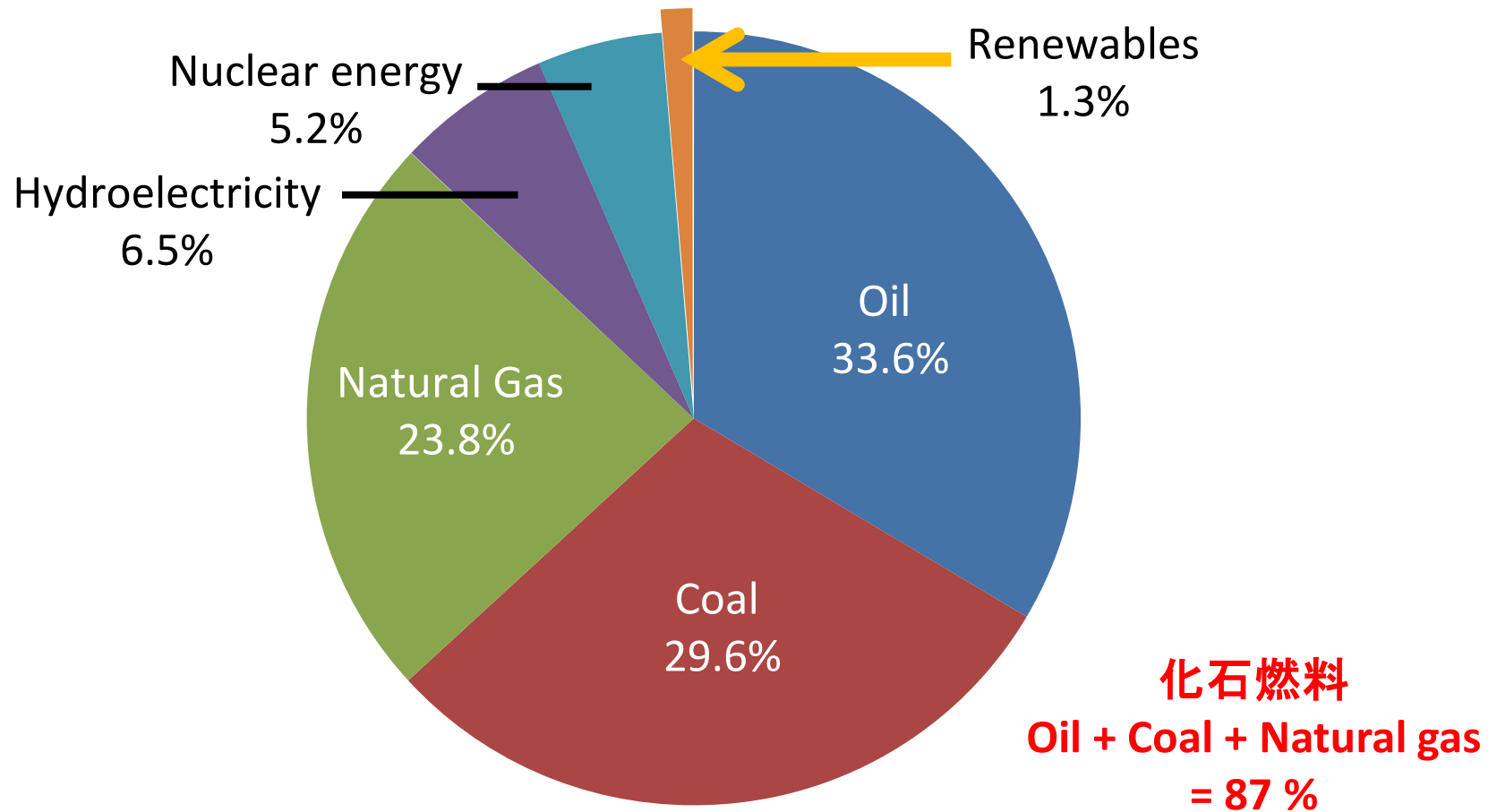
原子力エ
ネルギー
の安全性



High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
Institute of Materials Structure Science (IMSS)

Photon Factory

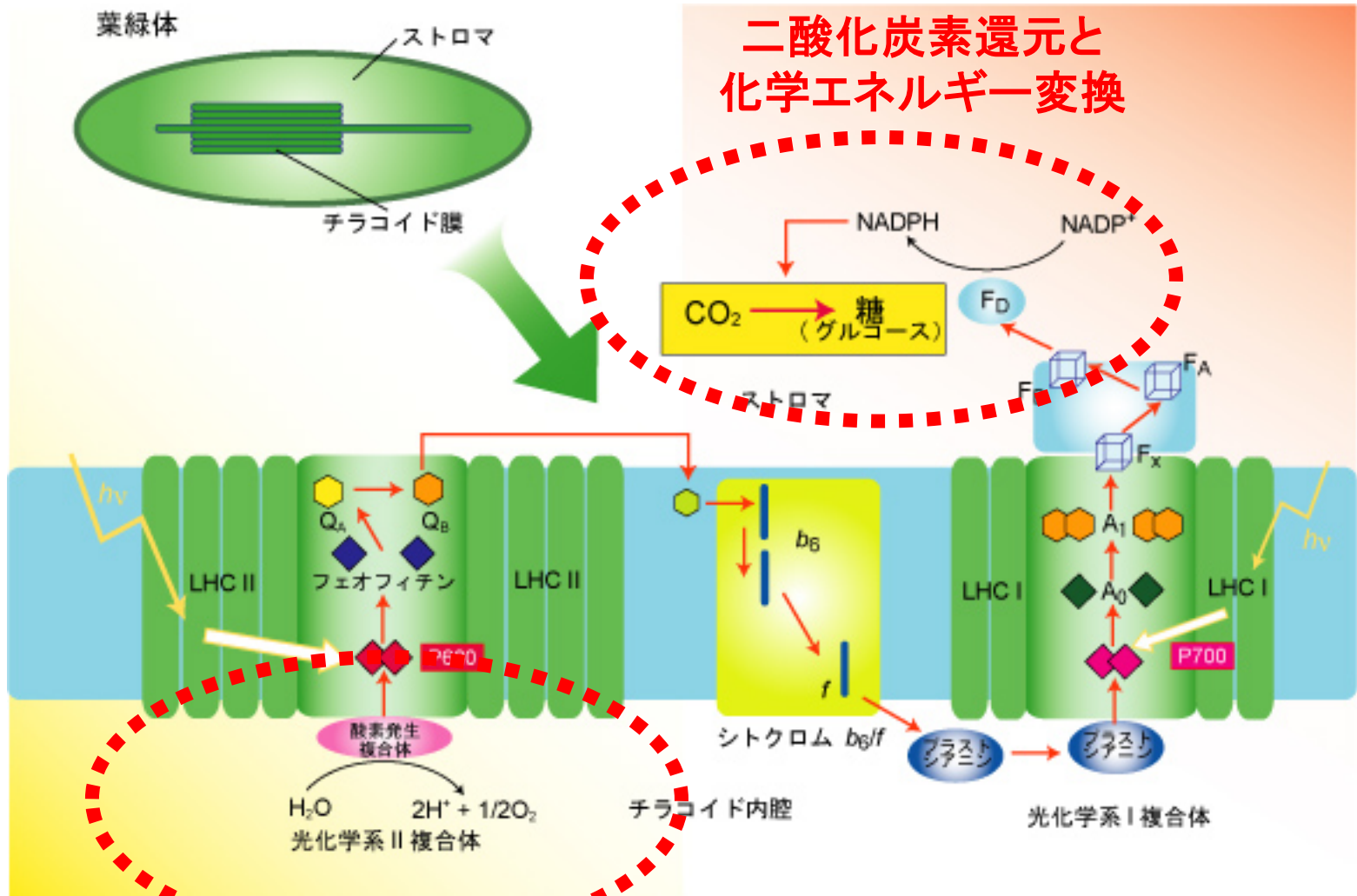
世界の電力消費に占める エネルギー源の比率(2010年)



BP statistical review of world energy, June 2011

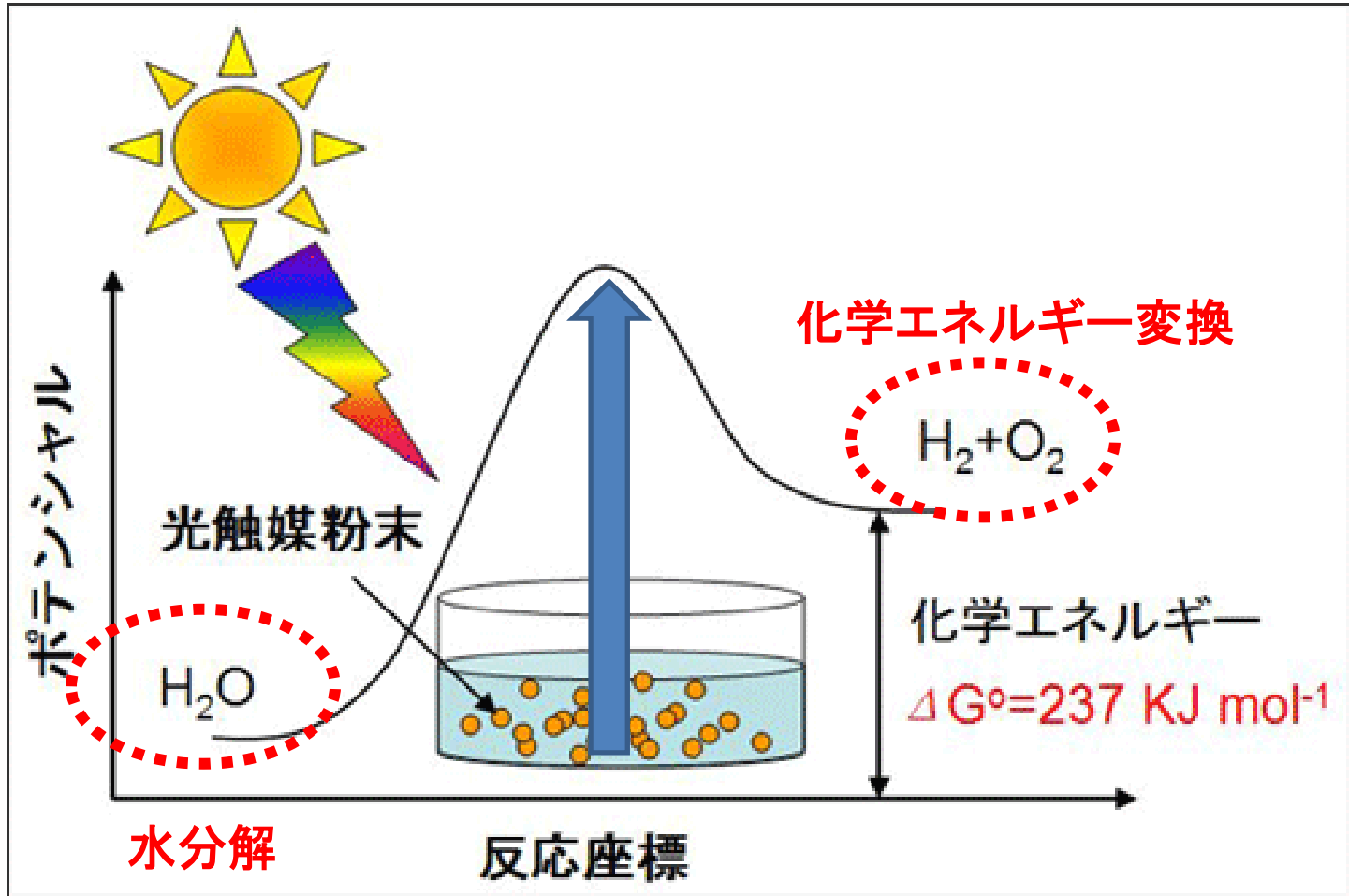
<http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>

太陽光エネルギーの有効利用に向けた取組み 光合成から人工光合成へ



水分解と酸素発生

太陽光エネルギーの有効利用に向けた取組み 人工光合成



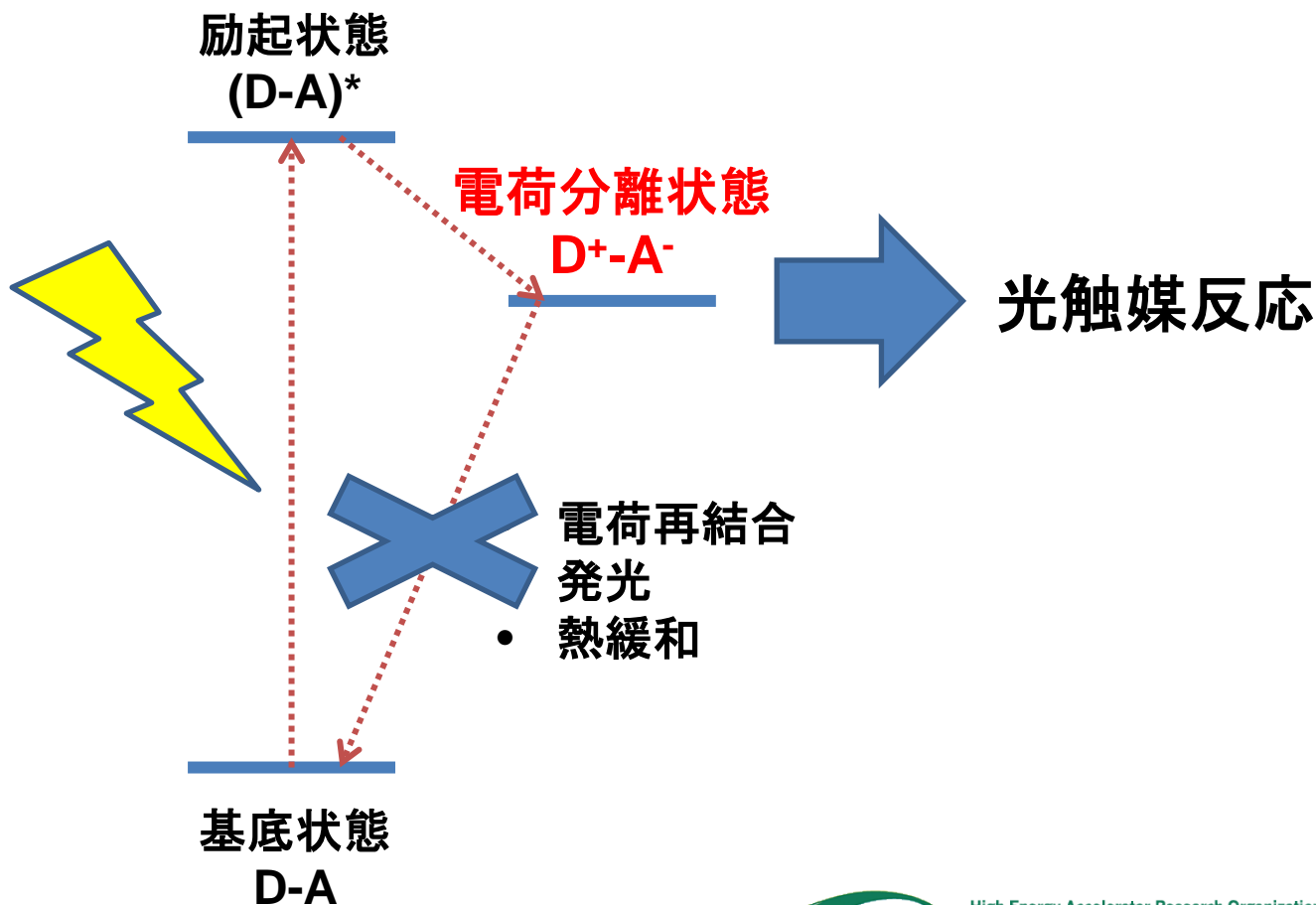
エネルギー変換効率は 光励起後の電荷分離状態の安定性が決める！



均一系溶液光触媒
(主に金属錯体溶液)



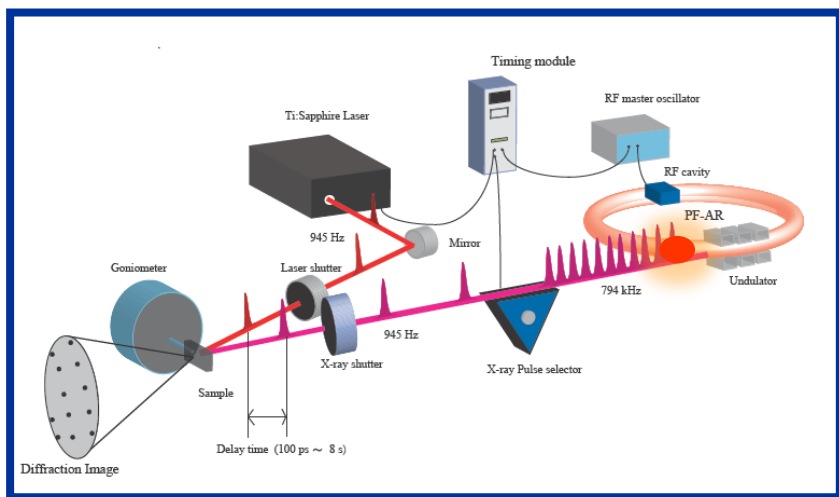
不均一系固体光触媒
(酸化物、窒化物など)



課題のアプローチ

励起状態にある光触媒の過渡的な電子状態、
構造情報の解明に向けて

- レーザー光と放射光の連携による光反応ダイナミクス精密計測プラットフォームを形成する
- 触媒化学、光化学、材料科学分野の研究者との緊密な協力体制の下で、レーザー光・放射光を用いた共同研究を推進する



硬X線
時間分解構造解析

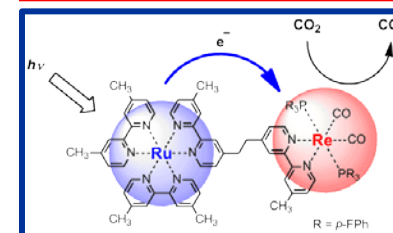
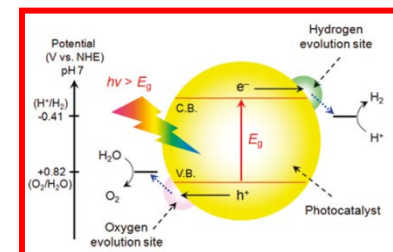
PF-AR (6.5GeV)

軟X線
時間分解電子状態解析

PF(2.5GeV)

フェムト秒・テラヘルツ
時間分解解析

コンパクトERL(35MeV)

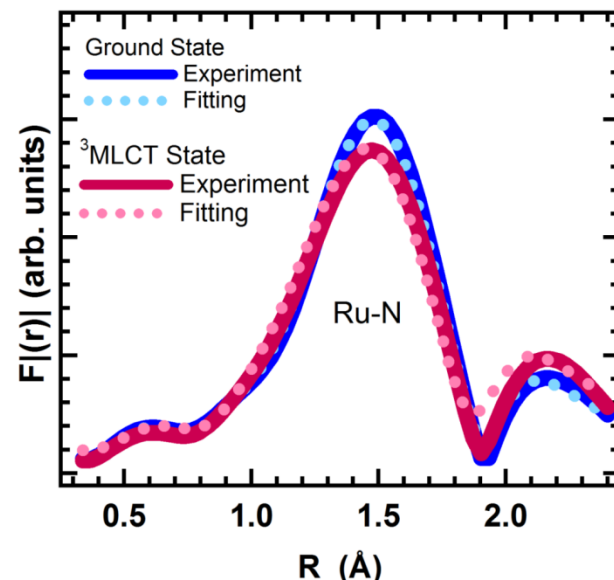
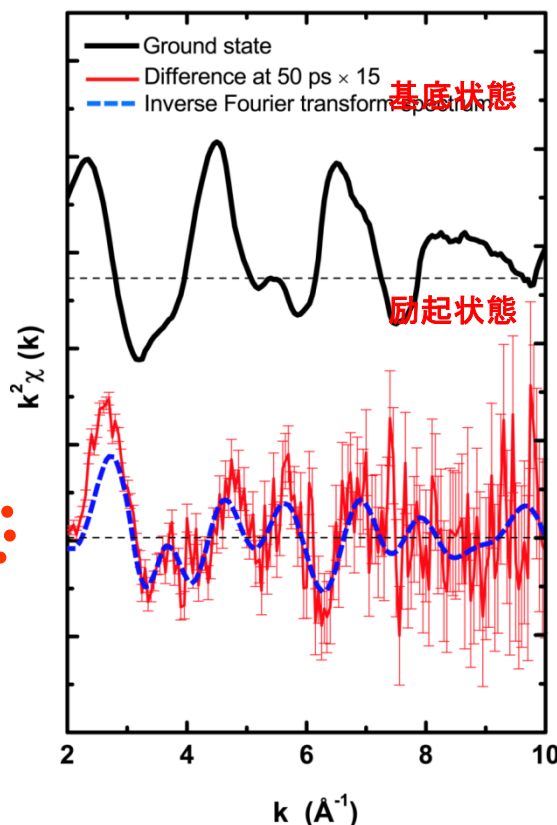
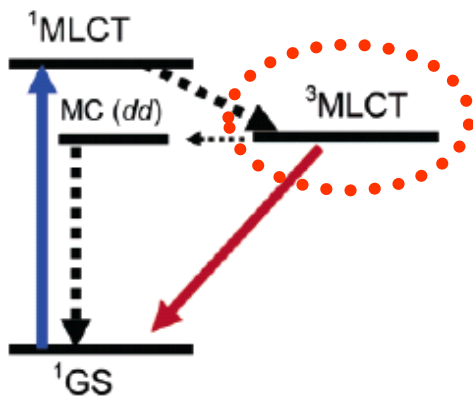
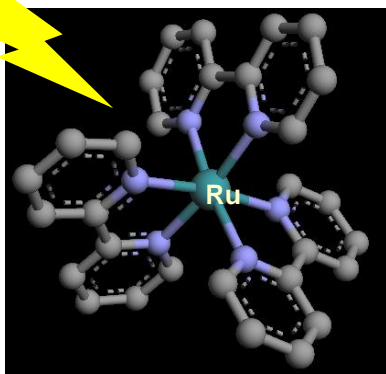


本申請のアプローチ

励起状態にある光触媒の過渡的な電子状態、
構造情報の解明に向けて(均一系光触媒+硬X線BL)



時間分解EXAFS法による励起状態の構造解析
(KEK、東工大・石谷G、首都大学東京・井上G)

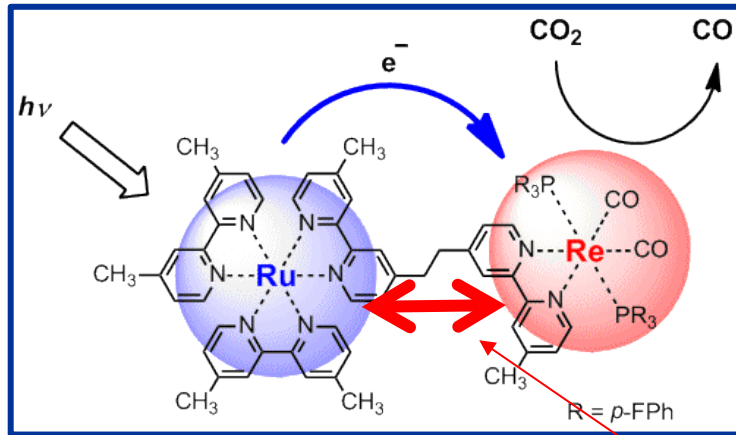


	Shell	$R_{\text{Ru-N}} (\text{Å})$	$\sigma^2 (\text{Å}^2)$
Ground state	Ru-N	2.06(1)	0.004(1)
Excited state	Ru-N	2.03(1)	0.006(2)

時間分解EXAFS法により、ルテニウム錯体の3重項励起状態の構造解析に成功。Sato *et al.* JPCC (2012)

本申請のアプローチ

励起状態にある光触媒の過渡的な電子状態、
構造情報の解明に向けて(コンパクトERL+テラヘルツ光源)



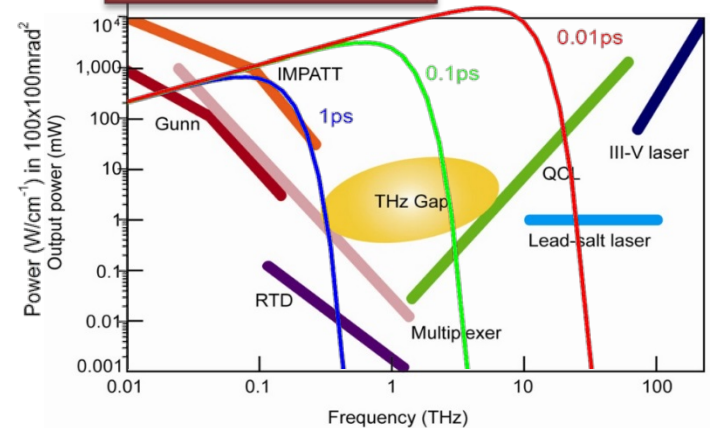
木村G
(分子研)



cERLからの
大強度THz-CSR

光励起による電子移動で生じた**電気双極子**
を**THz振動分光**で観察

cERLのTHz-CSRは電子移動の時間(fs)から
還元反応終了まで($\mu\text{s}\sim\text{ms}$)の一連の化学反応
を追うことができる強力な手段



end