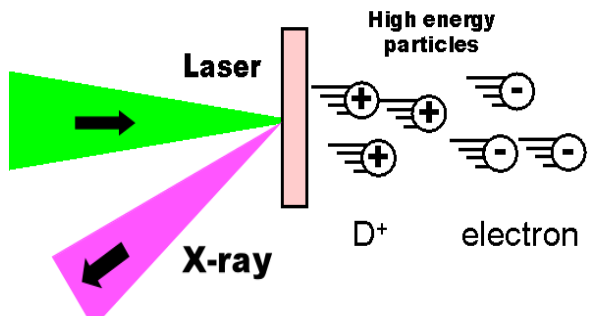


ディビジョン番号	2
ディビジョン名	光化学

大項目	1. 基礎光化学
中項目	1-5. レーザー光化学
小項目	1-5-3. X線過渡回折/相転移

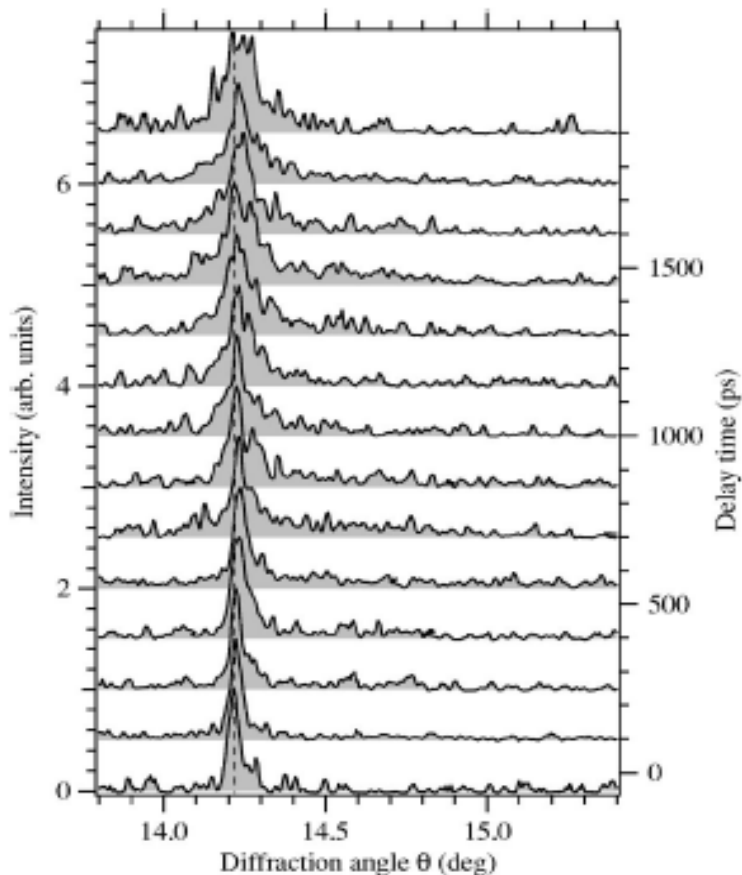
概要 (200 字以内)	
<p>フェムト秒レーザーパルスを固体、液体に集光照射することにより、量子放出と呼ばれる高エネルギーのパルス電子・イオン・光子 (X 線, <math>\gamma</math> 線) を発生することができる。これらを利用し化学反応、物質のダイナミックスの研究が始まっている。</p> <p>パルス X 線を用いた超高速時間分解 X 線回折法は物質の動的構造を決定できる。物質科学・生命科学両面から注目を集めている。研究の初期段階であるので、超短 X 線の高効率発生法の確立も含め、それを用いた回折法の研究が進められているところである。短波長 S O R 光の利用計画が進展している。</p>	 <p>The diagram illustrates the experimental setup. A green laser beam and a pink X-ray beam are directed at a vertical target. From the target, high energy particles are emitted, specifically D<sup>+</sup> ions and electrons, as indicated by the labels and symbols.</p>

現状と最前線	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>パルス X 線の発生その 1</b> : 50 fs のパルス幅のレーザー光を金属ターゲットに <math>10^{16} \text{ Wcm}^{-2}</math> 以上、具体例では <math>2 \times 10^{18} \text{ Wcm}^{-2}</math> で銅箔などに集光照射すると <math>K\alpha</math> X 線を発生させることができる。パルス幅は実測では 9 ps と測定されたが、これは測定装置の時間分解能で制限された値であって、実際はレーザーパルス幅と同程度と推定されている。</li> <li>2. <b>パルス X 線の発生その 2</b> : 水溶液に <math>10^{15} \text{ Wcm}^{-2}</math> の強度で照射しても、パルス X 線を発生させることができる。</li> <li>3. <b>高エネルギー粒子の発生と応用</b> : D を含むターゲットから D<sup>+</sup> のビームを作ることができる。<sup>10</sup>B に照射し、<sup>11</sup>C を発生できる。<sup>11</sup>C は陽電子を放出して崩壊する。その寿命は 20 分とされている。陽電子放出断層撮影 (PET) への応用に期待がある。</li> <li>4. <b>超高速時間分解 X 線回折法と実験例</b> : 上述 1 の X 線を用いてシリコンの結晶格子の膨張する様子が約 100 ps の時間間隔で観測された。300 ps, 100 mJ, 790 nm のレーザーパルスでシリコンの (1, 1, 1) 面が照射され、レーザー衝撃圧縮が行われた。その後の変化は X 線の回折像として時間分解計測がなされた。その例を次頁の図に示した。初期には高角度側に少し回折され、その後低角度側にも回折される。これらは一端圧縮が起き、その後膨張していることを示している。</li> </ol>	

## 5. 相転移の研究例

液体・固体相転移過程のダイナミクスが調べられている。Al 製金属セル内のガラスセルにベンゼンを入れ、その Al 表面にレーザーを照射、衝撃波（圧力波）を発生させている。その結果圧力誘起凝固反応が誘起される。これをナノ秒時間分解 CARS(Coherent Anti-Stokes Raman Scattering)法 が用いて、実時間計測がなされた。

Al 表面に照射するレーザーは YAG レーザーの基本波が用いられた。圧力は 3.7 GPa, CARS 測定には波長可変の 25 ps パルスが用いられた。液体のベンゼンの振動数から固体の振動数に変化することが観測されている。その時間は 25 ns かかることが明らかになった。



### 引用文献

強光子場科学の最前線, 強光子場科学研究懇談会編, 2005, ISBN4-902590-02-6

(引用した図は H. Kishimura ら†Phys. Rev, B **74**(2006)224301. より)

### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題  
超高速時間分解 X 線回折法の充実
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
超高速時間分解 X 線回折法により, 相転移の測定, 反応追跡の測定  
PET の試行

### キーワード

超高速時間分解 X 線回折法, 相転移, PET

(執筆者: 中島信昭)