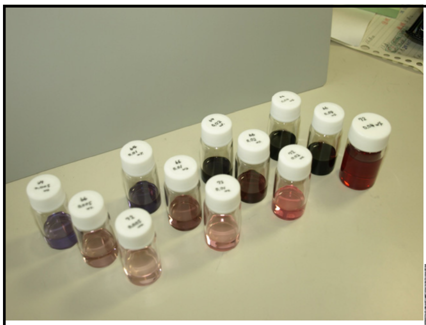
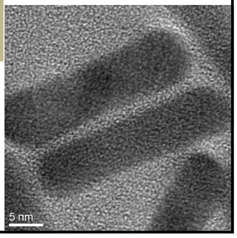
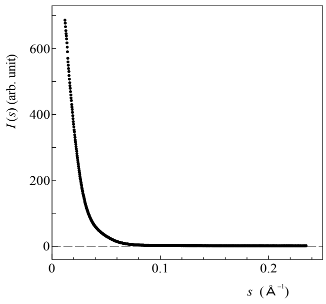
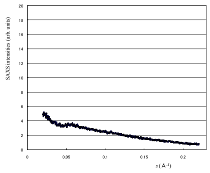


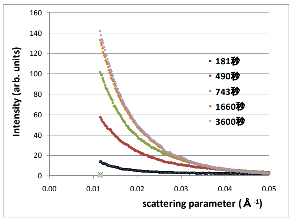




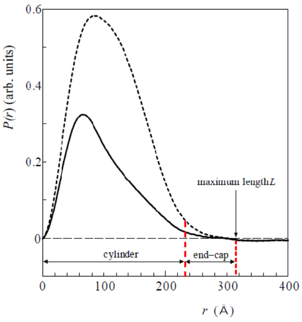
Au nanorod



Au nanoparticle



In-situ observation

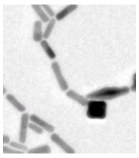


距離分布関数P(r)の導出

→ 実空間での情報への焼き直し

$$P(r)=\frac{2}{\pi}\int_0^{\infty} I(s)sr\sin(sr)\exp(-Bs^2)ds.$$

$$R_g^{\ 2}=\frac{\int_0^L r^2P(r)dr}{2\int_0^L P(r)dr}$$



Guinier plot

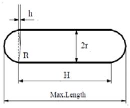
$$\ln(I(s))=\ln(NI_{\text{inc}}\Delta\rho^2)-\frac{R_g^2}{3}s^2$$

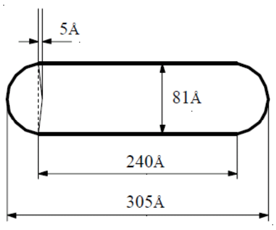
Cross-section plot

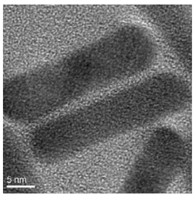
$$\ln(I(s)\cdot s)=\ln(I(0)\cdot s)-\frac{1}{2}R_c\cdot s^2$$

End-capped cylinder model (H. Kaya and N.-R. de Souza: J. Appl. Cryst. **37** (2004) 508.)

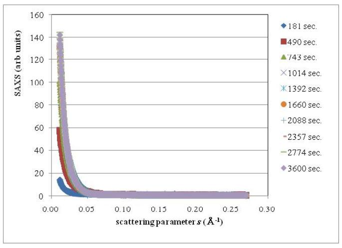
$$R_g^{\ 2}=\left[\frac{12}{5}R^2+R^4\left(6h+\frac{3}{2}H\right)+R^3(4h^2+H^2+4Hh)+R^2(3Hh^2+\frac{3}{2}H^2h)+\frac{2}{5}h^5-\frac{1}{2}Hh^4-\frac{1}{2}H^2h^3+\frac{1}{4}H^3r^2+\frac{3}{2}Hr^4\right](4R^3+6R^2h-2h^3+3r^2H)^{-1}$$



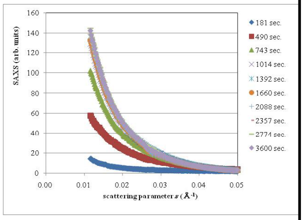




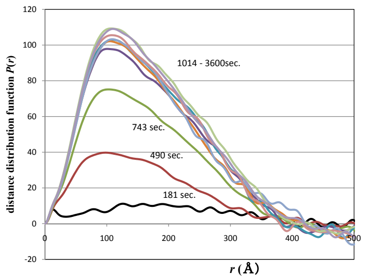
金ナノロッドの合成過程における小角X線散乱測定



合成開始からロッドの成長に対応する小角散乱シグナルの立ち上がりが観測された。

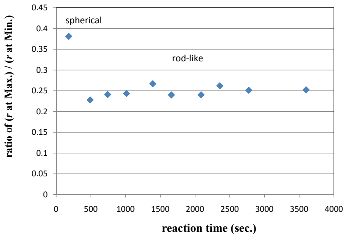


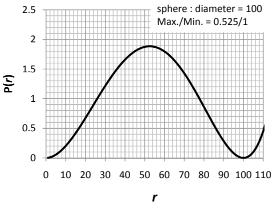
合成過程における距離分布関数



合成開始3分程度では、seedとなる球状粒子が多く見られ、合成途中であることがわかる。20分までで、ロッドが形成され、反応が収束していると考えられる

距離分布関数P(r)による形状評価





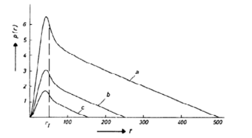
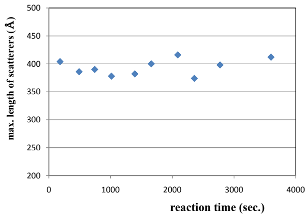
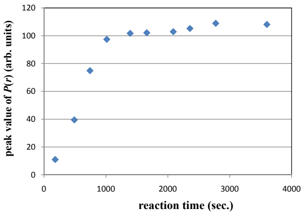


FIG. 3. Distance distributions from homogeneous prisms with edge lengths of: (a) 50: 50: 500 Å; (b) 50: 50: 250 Å; (c) 50: 50: 150 Å.

合成開始直後は、球状のseed粒子として評価された。その後、形状はロッド状で一定であることが分かり、その非対称性はほとんど反応収束までへんかしない。

散乱体の最大長と散乱体密度の評価

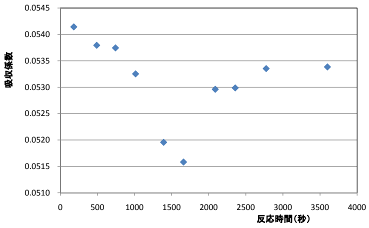




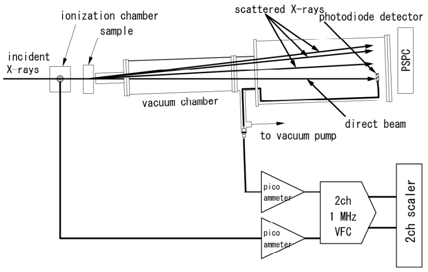
距離分布関数からは、散乱体の最大長さが極めて正確に評価される。最大長さは400Åで反応開始3分程度からほとんど変化していない。ひとつのナノロッドが形成される時間は3分以内の短い時間と考えられる。

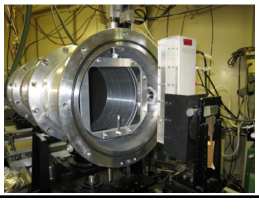
距離分布関数の縦軸は、散乱体密度と関連がある。ナノロッドの形成された数の情報が得られる。反応開始から、直線的に反応が進み、1000秒程度で収束していることがわかる。

その場観察と吸収係数同時測定装置

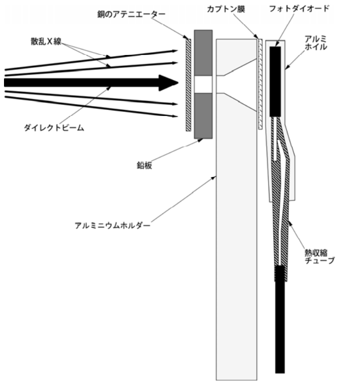


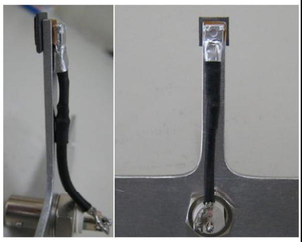
本研究のような化学反応中におけるその場測定では、試料の吸収係数が刻々変化するため、吸収係数の同時測定が重要である。本研究でも吸収係数の同時測定装置を用いた測定を行った。





吸収係数同時測定装置をBL-15Aに設置した状態。真空チャンバー内にセットされます。なお、本写真はオフセットセッティング用で、通常セッティングやIP用・CCD用(二次元)などのセンサーも製作してあります。





本装置はBL-15Aにて、ユーザーに公開されています。
ご興味のある方は、森田までお問い合わせください。