

## 新サブグループ「電子励起新物質創製」紹介

大阪大学 産業科学研究所

吉田 博

平成8年度、SPRING-8利用者懇談会に「電子励起新物質創製」という聞き慣れない名前の新しいサブグループを発足し、皆様の仲間に加えていただきました。本サブグループ(SG)が目指している研究の目標、内容、またSG活動などについてご紹介いたします。

SGの研究内容は次のようなものです。結晶成長中の半導体や絶縁体に強力な光をあて電子系を励起すると母体原子やドーパした不純物原子が大きく原子移動する現象がSi, GaAs, ZnSe, GaNなど多くの半導体や、酸化物などの絶縁体において最近次々に見いだされている。光誘起欠陥反応、不純物位置の双安定性、非平衡ドーピング、不純物原子の凝集、拡散、脱離などである。このような電子励起が誘起する原子移動は凝縮物質一般の電子励起下での普遍的かつ必然的な振舞いであることが判明しつつある。「電子励起新物質創製」SGでは、放射光を用いて半導体、酸化物や窒化物などの先端科学材料の結晶成長中に電子励起をおこない、その結果生じる原子移動や電子励起欠陥生成反応を利用して、熱平衡状態や従来の結晶成長方法では実現しない新物質の新しい創製方法を開拓し、電子励起原子移動による新物質の創製をおこなうことをめざしている。電子励起による新物質創製を可能にするため(1)理論、(2)物性、構造評価、(3)結晶成長の研究者そして(4)「電子励起新物質創製」用ビームラインの建設者らが参加している。

放射光照射による内殻励起では(1)特定原子種の選択励起、(2)強く局在した高エネルギー励起状態の直接生成、(3)オージェ崩壊による多価イオン状態の生成などが可能である。これらはレーザー照射などによる価電子励起では達成不可能であり、電子励起原子移動による新物質創製に放射光を用いることが大きなメリットとなる。また、励起原子種の選択性に加えて、回折性の少ない短波長光源を用いることで励起位置の選択性も得られ、新物質による微細構造を直接構築してゆくこともめざしている。

放射光を用いた電子励起により熱平衡状態では準安定であるような系を実現し、凍結することにより、新物質を作り出す為の物質設計のガイドラインを提供するとともに、これらを実現するための電子励起原子移動による新物質創製用のビームラインを建設する。また、電子励起原子移動を用いた新しい物質創製方法を開拓するためには電子励起により何が生じているかを明らかにするためにあわせて電子励起下における分光学的材料評価もおこなう。このような研究により、材料科学と固体物理の境界領域での電子励起下における新物質創製に基礎をおいた放射光利用による物質科学の新しい展開を目指している。

結成されたばかりのSGですが、最初のSG活動として平成9年3月14日～15日まで、先端科学技術支援センターにおいて、SPRING-8ワークショップ「SPRING-8利用による電子励起新物質創製をめざして」を、電子励起新物質創製(B-8)、軟X線CVD(D-2)、表面界面(A-7)、高圧地球科学(A-15)、赤外物性(D-5)、固体電子物性(D-4)の各サブグループの共同主催により開催する。講演内容は以下の通りである。

## SPring-8ワークショップ「SPring-8 利用による電子励起新物質創製をめざして」

- (1) はじめに(趣旨説明) 吉田博(阪大産研)
- (2) Spring-8 の概要 (Spring-8)

### (放射光を用いた結晶成長と新物質創製)

- (3) 吉田博(阪大産研, 科技団さきがけ研究21)、織田望(電総研): アモルファス半導体の電子励起結晶化促進反応(理論)
- (4) 佐藤史郎(NHK放送技研)、千川純一(先端科学技術支援センター): 放射光を用いたアモルファスシリコンの電子励起結晶化促進反応(実験)
- (5) 川合知二(阪大産研): 放射光アブレーションを用いた新物質創製

### (半導体結晶成長と光誘起原子過程)

- (6) 朝日一、権田俊一(阪大産研): GaN系III-V半導体のECR-MBE電子励起成長
- (7) 藤田静雄、藤田茂夫(京大工): 電子励起によるZnSeの結晶成長
- (8) 山本哲也(阪大産研): コメント「第一原理計算によるGaN、ZnSeの同時ドーピング法の提案」
- (9) 谷村克己(名大理): 光誘起原子過程による半導体表面原子構造の制御

### (ダイヤモンド関連と光電子分光)

- (10) 内海渉(Spring-8): 高圧下におけるダイヤモンド合成
- (11) 館山佳尚、常行真司(東大物性研): 第一原理分子動力学法によるグラファイト・ダイヤモンド転移のシミュレーション
- (12) 田中智(大阪府大工): 軽元素半導体及び分子における内殻励起原子移動と二次量子過程スペクトル
- (13) 西松毅(阪大産研): コメント「第一原理分子動力学法によるダイヤモンド中空素の構造と電子状態」
- (14) 高桑雄二(東北大科研, 科技団さきがけ研究21): 「ダイヤモンド気相成長機構と電子励起」

### (光電子分光と新物質創製)

- (15) 萱沼洋輔(大阪府大工): h-BNの内殻励起状態における電子緩和と共鳴発光スペクトル
- (16) 水木純一郎(Spring-8): X線異常分散を利用した構造研究
- (17) 難波孝夫(神戸大理): 電子励起新物質創製と高分解能赤外物性評価
- (18) 今田真、菅 滋正(阪大基礎工): 高分解能および円偏光放射光を利用した電子分光による電子状態と構造の研究
- (19) 大門寛、菅 滋正(阪大基礎工): 円偏光放射光を利用した二次元電子分光による構造と磁性の研究

- (20) 石田昭人（阪大産研，科技団さがけ研究21）：放射光とレーザー光の複合照射による構造評価と新材料創製の可能性

（理論）

- (21) 宮下精二（阪大理）：量子系におけるダイナミックスと緩和現象  
(22) 阿久津泰弘（阪大理）：結晶成長理論

（準安定なFeN系磁石創製と分光）

- (23) 赤井久純（阪大理）：第一原理計算による物性予測  
(24) 白井正文（阪大基礎工）：コメント  
(25) 田中啓文（阪大産研）：コメント「 $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ の構造決定とFLAPW計算」  
(26) 那須三郎、樋野村徹、北村智之（阪大基礎工）：FeN系磁石の構造と磁気モーメント  
(27) 高橋昌男、吉川信一（阪大産研）：rfスパッタ法による準安定 $\text{FeN}_x$ の創製

（放射光励起プロセスと反応制御）

- (28) 宇理須恒雄（分子科学研究所）：放射光励起プロセスと反応機構  
(29) 関谷哲司、田中健一郎（広島大理）：内殻励起によるサイト選択化学反応  
(30) 赤沢方省（NTTシステムエレクトロニクス研）：分光エリプソメトリーを用いた放射光励起Siホモエピタキシーにおける結晶化過程の観察  
(31) 石黒英治（琉大教育）、大橋治彦（JASRI）、正畠宏祐（名大工）：ダイヤモンドの放射光励起エッチング  
(32) 金島岳、奥山雅則（阪大基礎工）：SR-CVDによる $\text{SiO}_2$ 膜の低温成長とSi/ $\text{SiO}_2$ 界面評価  
(33) 中山 弘、西野種夫（神戸大工）：ジメチルシランCVDによる過飽和Si-C固溶体の合成と物性  
(34) 神沢好彦、藤井稔、林真至、山本恵一（神戸大工）：Siメゾスコピック粒子の光物性  
(35) まとめ 千川純一（先端科学技術支援センター）

（SPring-8 見学）

SPring-8における従来からの分光学的研究に加えて、SPring-8の特色である強力な放射光源を用いた新物質創製や新しい材料創製プロセスの研究は、「ものをつくってなんぼ」という産業や材料研究の風土の特徴を生かしつつ、さらに従来の放射光施設にはない放射光を用いた最先端科学材料に関する新物質創製という新しい研究分野を開拓することが可能である。このような研究に関心のある方々の本SGへの参加を熱烈に期待しております。