

＜第8回ナノテクノロジー・材料科学技術委員会＞

平成26年10月17日

## ナノテク・材料科学技術の今後の推進方策

- 1) 今後のナノテク・材料科学はどうあるべきか、どうすべきか
- 2) 特に重点的に実施すべき具体的な研究開発課題
- 3) 物性研究における化学と物理の連携について（実例と提案）

日本大学文理学部 小林昭子

## 1) 今後のナノテク・材料科学はどうあるべきか、どうすべきか

分野横断的な、横串的役割を果たすという特徴を活かし、異分野融合研究を触発することにより、新しいイノベーションを創出をめざす

府省の枠を超えた有機的な連携が可能と成る仕組み作りを進める  
戦略的イノベーション創造プログラム(SIP),革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)等を推進

研究開発法人、産官学の英知が結集するイノベーションハブを形成、国際競争力強化のための戦略作り産官学総掛かりで実施する。

これまでのイノベーション創造プログラムへの企業の参画が少ない。産官学いずれにも魅力あるハブとすること。両サイドのコミュニケーション頻度を上げる事が重要。人事の流動化、若手人材育成

### マテリアルズ・インフォマティクスの推進

情報科学と材料化学を融合した新たな材料設計手法を確立、未知なる革新的機能を有する材料の開発を加速する。インフォマティクスを活用しこれまでに蓄積された大規模データベースから情報をピックアップし物性予測を行った上で、シミュレーションを活用して材料特性を予測。材料創製までの期間を大幅短縮。

### グローバル時代に活躍できる研究者,人材の育成

基礎の勉強を重視、基礎力を身につけ広い興味を持つ人材の育成。グローバルCOE,リーディング大学院(産官学にわたるグローバルに活躍するリーダーの育成)、大学における企業の最先端研究の講義、海外留学の経験を若手教員、ポスドク、学生に持たせる 博士課程進学者が増えない。奨学金の問題、就職問題が原因か。

### 大型共用研究施設・設備の十分な活用

利用採択数の増加。運転時間の延長。産業利用への支援の増加。  
施設・設備、解析の外部利用支援の充実。技術の高度化に携わる専門人材の育成とキャリアパスの整備の必要性。産学、人材を長期的・安定的に確保する方策を打ち出す必要がある。  
大学においては、人員削減により施設・設備利用支援者の減少。

### 新素材・新技術・新産業の社会受容

知的財産権の獲得やEHS(環境・健康・安全)やELSI(倫理・規制・社会上の課題)、関連する国際標準・規格(ISO,IEC)等の活動をしっかり行う

## 2)特に重点的に実施すべき具体的な研究開発課題

(CRDS、永野フェロー)

### 39の主要領域 (CRDS俯瞰報告書2015に動向詳細を掲載予定)

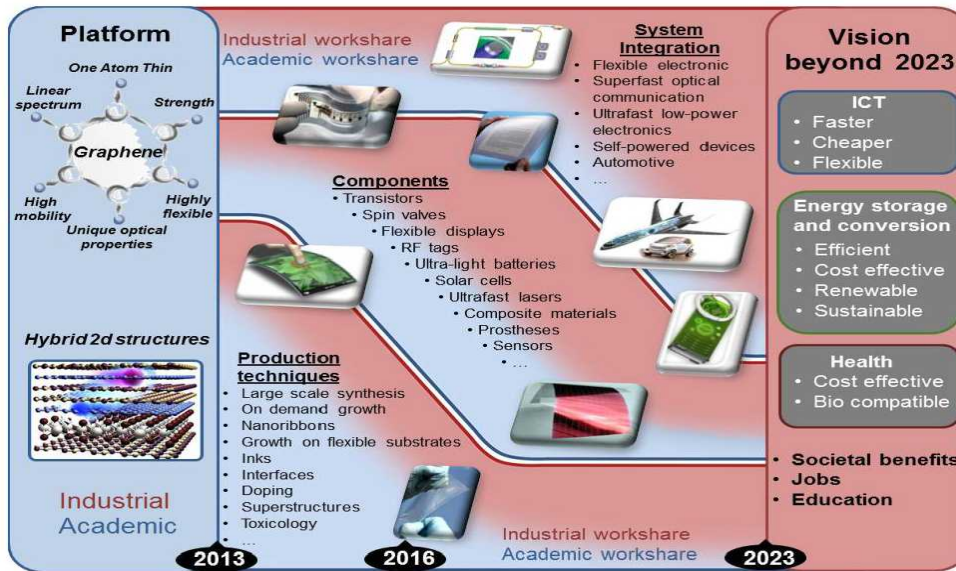


俯瞰区分	研究開発領域
環境・エネルギー	太陽電池
	人工光合成
	燃料電池
	熱電変換
	蓄電デバイス
	パワー半導体デバイス
	高温超伝導
	グリーン触媒
	構造材料
	分離機能材料
健康・医療	放射性物質除染、減容化
	生体材料 (バイオマテリアル)
	再生医療材料
	薬物送達システム (DDS)
IC・エレクトロニクス	計測・診断デバイス
	バイオ・分子イメージング
	超低消費電力ナノエレクトロニクスデバイス
	スピントロニクス
	二次元原子薄膜
	フォトニクス
	有機エレクトロニクス
異種機能三次元集積チップ	
センシングデバイス・システム	

俯瞰区分	研究開発領域	
共通基盤/科学技術	設計、制御	界面制御
		空間・空隙構造制御
		バイオミメティクス
		分子技術
		分子ロボティクス
		元素戦略・希少元素代替技術
		物質・材料設計
	加工、プロセス	超微細加工
		MEMS
		ボトムアップ型プロセス (原子・分子制御、自己組織化)
	計測	走査プローブ顕微鏡
		電子顕微鏡
		放射光・X線
理論、計算	その他の主要な計測技術	
	物質・材料シミュレーション	
	EHS、ELSI	
	リスク評価・リスク管理・リスクコミュニケーションと社会受容	

**グローバル、国内の社会的期待や研究開発動向等を踏まえ、研究開発領域別に詳述するテーマをCRDSで2014年度に選定**

# Graphene Flagship



ヨーロッパ、アメリカ、中国、韓国、シンガポール等では応用に向けて大きな予算が出されている。  
 グラフェンの応用はかなり多方面の渡り、タッチパネル用透明電極、DNA等のシーケンサー、人口視覚、エレクトロニクス/スピントロニクス材料、触媒他、多数の応用が検討され、実用化に向けた展開がされている。ヨーロッパでは10年間で1300億円のプロジェクトがgrapheneとbrain scienceの2つで進められ、grapheneはGraphene Flagshipと名付けられている。

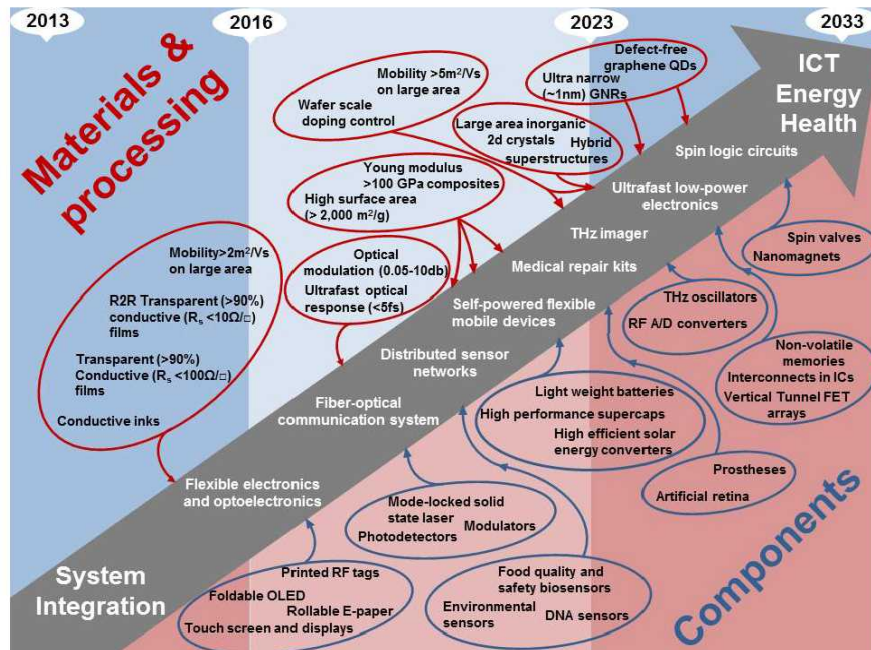
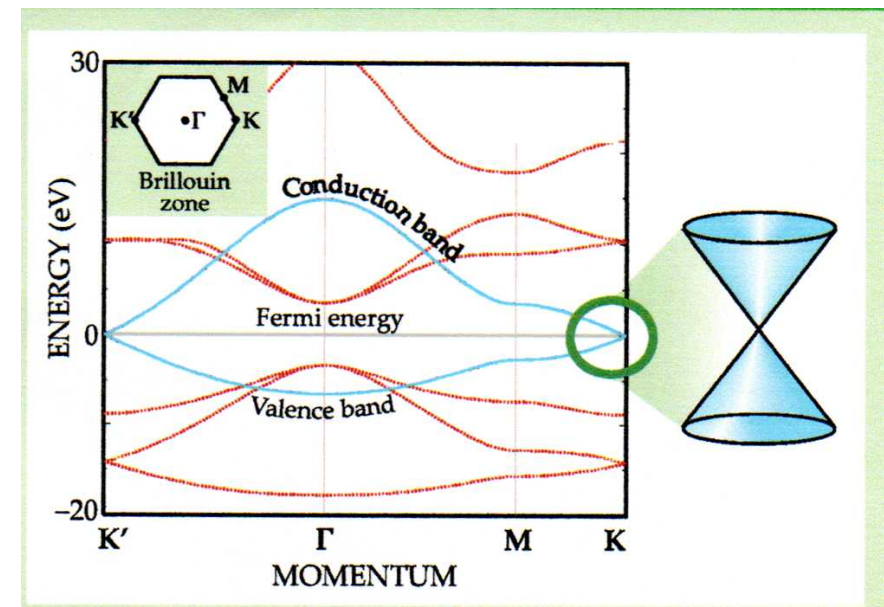
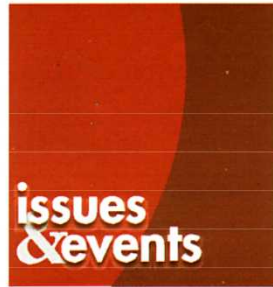


Figure 3: Illustration of the European graphene roadmap for the period of 2013-2023 and beyond for the development of materials and processes needed for a wide range of components and applications, and the vision to bring these components to market.



### 3)物性研究における化学と物理の連携について（実例とハブへの提案）



#### US condensed-matter community grapples with availability of crystalline samples

Crystal growing for physics measurements has fallen between the cracks in the US; without a turnaround, the country can't help but lag in the discovery of new materials and their applications.

The US “is a second-class, if not a third-class, citizen” in terms of investment in the synthesis of high-temperature super-conductors, heavy-fermion materials, thin films, ultrapure semiconductors, and other specialized samples for condensed-matter experiments, says Cornell University’s Séamus Davis. US scientists “have to go cap in hand to the people who lead the development of new materials in these research fields.” Davis gets samples for his spectroscopic imaging scanning tunneling microscopy (STM) studies from colleagues in Japan, Canada, and the UK. “From the pure perspective of science,” he says, “things are great. It’s from the parochial perspective of the US that you may think there is a problem.”

.....  
Japan’s high priority on materials has paid off, says Ramirez, ticking off a list of discoveries from Japan in the last 10-years of new materials with new physical properties: “Magnesium diboride, 40-K superconductor; single-molecule organic metals; lithium vanadate, which was studied by folks in the US, but then the Japanese actually made crystals out of it, and it turns out to be the only 3d-orbital heavy-fermion system; water doped superconductors; and on and on.

日本における物質開発の優位性について (*Physics Today* Aug,2007)

2003年にBell研究所A. Ramirez等により米国エネルギー省のサポートを受けworkshop(“Future Directions of Design, Discovery and Growth of Single Crystals for Basic Research”)が開かれた分子性結晶の物性に関する研究について、日本では、物質合成・物性評価・理論的解析のそれぞれの分野で独自の研究が展開されると同時にそれらの間の有機的な連携体制が構築されており、諸外国から注目されている。

## Exciting Near-Recent Discoveries

Water-intercalated superconductivity –  $\text{H}_2\text{O}:\text{NaCoO}_2$

Berry's phase transport –  $\text{Nd}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$

Multi-Ferroics from ISB magnetism–  $\text{TbMnO}_3$

Single-molecule metal –  $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$

3d Heavy Fermion Metal –  $\text{LiV}_2\text{O}_4$

MgB<sub>2</sub> 2-band Superconductivity

p-wave Superconductivity in  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$

Field-induced superconductivity in  $\lambda\text{-BETS}_2\text{FeCl}_4$

Quantum Phase Transitions – High  $T_c$  & Heavy Fermions

FQHE of Composite Fermions in High-mobility (31M) 2DEG

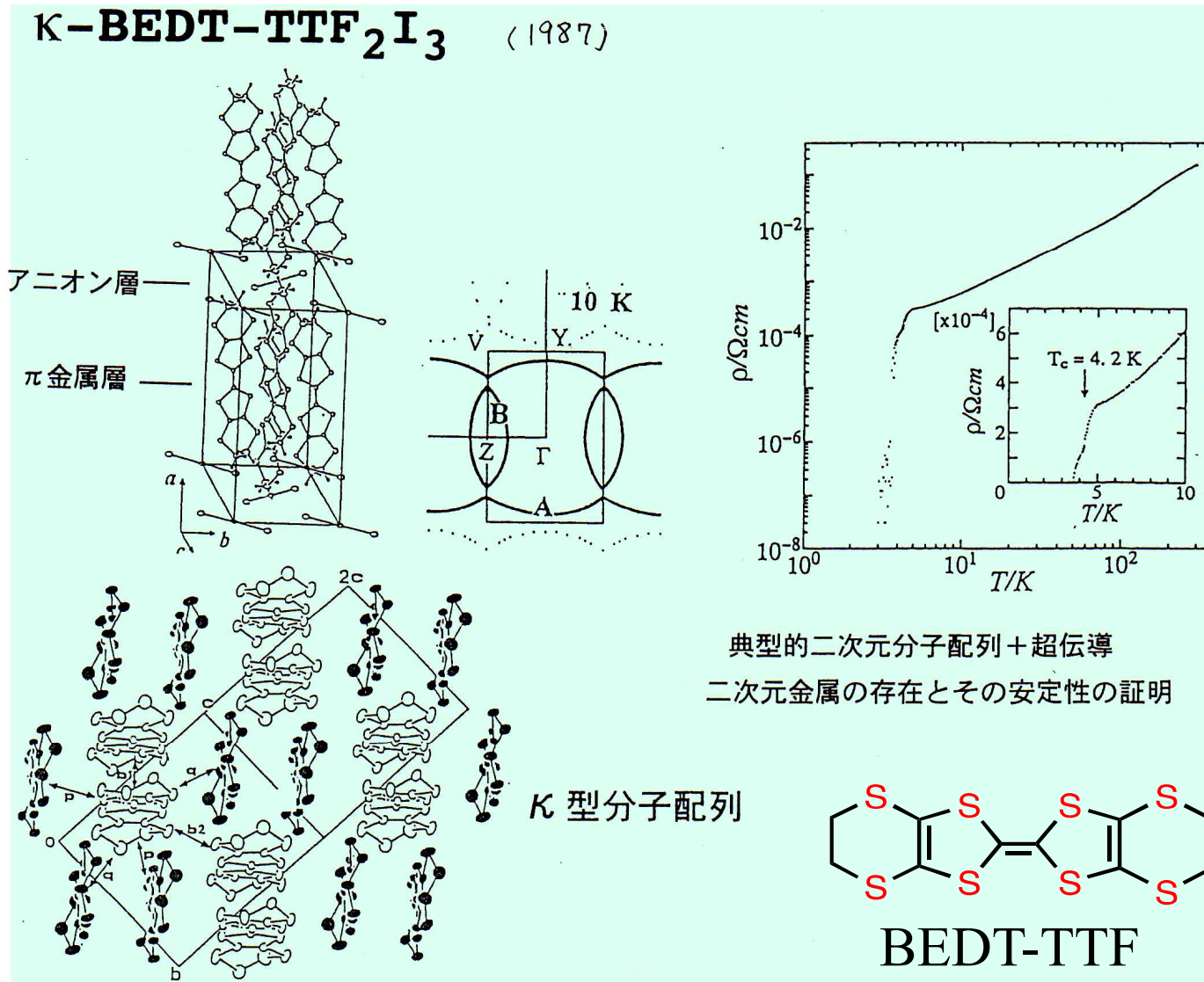
Done in  
Japan

# 二次元化 → 分子設計(バンド計算) → 超伝導

新しい概念

新しい手法

新物質開発



提案

↓  
ハブにおける試料  
作成支援室を設置