

夕テからヨコへ

# 日本MRS ニュース

For the Interdisciplinary Materials Research

Vol.22 No.3 August 2010

MRS-J  
The Materials Research Society of Japan

発行 © 日本 MRS 事務局

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-10  
新橋アマノビル 6階  
社団法人未踏科学技術協会内

Tel : 03-3503-4681 ; Fax : 03-3597-0535

http://www.mrs-j.org/ mrs-j@sntt.or.jp

||||||| やあ こんにちは |||

## 学生のコミュニケーション力向上

神奈川工科大学工学部応用化学科教授 伊熊 泰郎

大学の役割の一つに教育・研究を通じて学生を有用な人間に成長させ、社会に送り出すことがある。これを達成するための一段階として学生に基礎学力を十分に備えさせる必要がある。私が属している応用化学科では、低学年の学生に基礎学力として、一般化学、一般物理学、数学、物理化学、分析化学、有機化学、無機化学、化学工学などの専門基礎科目だけでなく、語学、コンピューターなどの一般教養科目も課している。高学年では専門科目（材料科学など）を学び、4年生の一年間は主に卒業研究を行い、人間形成していくことになる。



一方、学生の就職活動は年々早くなり、今では3年生の後期にその活動が始まる。企業は多様な方法で選別をするので、学生は専門知識だけでなく、コミュニケーション力も付けておくことが重要である。ところが、この3年生の後半では大学の教育は完成していない（大学生としての人間形成は完成していない）。特に、4年生で行う「卒業研究」では、学生は未知の問題への取り組み、文献などの読解、実験の計画、問題の解決、口頭発表、論文作成などの一連の作業を通じてコミュニケーション力を一段と高めることになる。残念ながら、就職活動は彼らの卒業研究が行われる前から始まるので、何らかのコミュニケーション力向上の教育を低学年から行う必要がある。そうでないと、一部の学生は就職活動で苦戦をしいられることになる。また、学生は必ずしも本学が第1希望で入学してくるものばかりではない。そのような学生には専門科目の勉強に興味を示さないものもある。これらの学生には低学年から多様な講義を用意することで大学に興味を持たせる必要がある。このような理由から私が属する学科では低学年でコミュニケーション力を向上させるための科目を設置し、専門科の教員がそれを担当している。それらは「科学プロジェクト科目」で、1年前期は「チームビルディング」「4コマ漫画作成」「川柳作り」「三題噺の五話作り」「自然観察」など、1年後期は「漫画・風刺画の解析」「宣伝ポスター作成」「白い粉の正体をさぐる創成実験」など、2年前期は「ビデオ作品作成」「模擬面接」「論理的思考」など、2年後期は「創成実験（未知試料の比熱を身近にあるもので測定など）」と発表」などを行ってきた。

この授業を評価するためと内容を改善するために学生からのアンケートを取っている。その結果は最高のものではないが、全く悪いものでもない。例えば、「ビデオ作品作成」では、班内で協同体感が生まれていると55%の学生が答えているし、企画やアイデアを出したと60%の学生が答えている。また、多くの科目ではコミュニケーション力が付くと50%の学生が答えている。しかし、この授業が就職に役立つと考えた学生は10~15%と少ない。また、授業中の学生の雰囲気は教員が期待しているものと

は違う。盛り上がりが少ないし、やらされていると感じている学生が多い。つまり、4年生が卒業研究で苦労して成果を出したときに見せる達成感をこの科学プロジェクト科目では多くの学生が味わっていない。この科目が学生の成長に役立つためには、さらなる工夫が必要である。

人間の知的活動は主に脳で行う。したがって、「脳の仕組み」を考えた教育をしないと、効果があがらない。最近はこの「脳の仕組み」についての理解が進んでいる。例えば、林成之著の「脳に悪い7つの習慣」（幻冬舎）には現在知られている脳の仕組みが分かりやすく説明されている。それによると、脳に入った情報

はA10神経群に到達する。ここで、「この情報は好きだ」「この情報は嫌いだ」などと感情のレッチルを張り付ける。このレッチルを付けられた情報は次に前頭前野に入り、情報が「理解・判断」される。この情報は「好きだ」というプラスのレッチルが張られていると、それは脳の次の部分へと持ち込まれていき、考える機能を生み出していく。入ってきた情報に「嫌いだ」というマイナスのレッチルが張られていると脳の次の部分へと持ち込まれないので、それを理解したり、記憶したり、思考したりする機能が働かない。脳の考える機能が働き、良い知的活動をするには「この情報は好きだ」と思わせる必要がある。

脳の仕組みを考えると、応用化学科の学生にコミュニケーション力を付けさせるためには、彼らが好きである化学あるいは科学の分野から話題を見出すのが最善であることになる。創成実験で「環境」のテーマで考え、実験させるのは良いテーマであると言える。今は、その実験を報告書としてまとめる方法について説明し、実行・改善させているが、これは今までの応用化学科の教育とあまり変化がなく、実験が創成実験になった点が違うぐらいである。一方、4コマ漫画作成、川柳作り、宣伝ポスター作成、などは応用化学科の学生の脳に情報として入ったとき、「好きだ」というレッチルは張られそうもない。しかし、社会に通用するコミュニケーション力を身につけるには好きな化学のことだけでなく、幅広い能力も必要である。

化学系の学生が興味を持っていないと思われるが、大学生としての人間形成に必要なことに積極的に取り組ませるにはどうすればよいか。そのヒントは模擬面接にある。模擬面接では学生の役割を模擬会社側と学生側に分け、面接を行うものである。この就職を意識した「模擬面接」は「就職につながっている」ことを説明すれば、多くの学生はのってくる。したがって、新しいことを行う場合、これは就職などに有効であることを丁寧に説明し学生が納得した後に実施するのが効果的である。つまり、脳の活動に何が有効であるかを説明し、それを実行できるテーマを実行することが求められている。

## ■研究所紹介



## 独立行政法人 物質・材料研究機構 共用基盤部門 データベースステーション

独立行政法人 物質・材料研究機構 共用基盤部門データベースステーション長 山崎 政義

### 1. はじめに

独立行政法人物質・材料研究機構は2002年10月に物質材料に関する知的基盤の充実を目的にクリープ試験、疲労試験、腐食試験および材料データベースなどの研究グループで構成された「材料基盤情報ステーション」を設けた。

第2期中期計画が2006年4月にスタートし材料データベース研究グループは共用基盤部門データベースステーションに改組された(以下、当ステーション)。共用基盤部門は物質・材料の科学技術の向上を目指す世界の中核機関として、材料計測・創製技術によるブレークスルーの創出を目的とした世界最高水準の大型施設および先端設備の外部への共用と基盤技術開発を行っている。

現在の組織と連絡先を下記に示す。

#### 共用基盤部門

- ・ 超高压電顕共用ステーション  
<http://www.nims.go.jp/hvems/>
- ・ 強磁場共用ステーション  
<http://www.nims.go.jp/tml/>
- ・ 共用ビームステーション  
<http://www.nims.go.jp/webfram/>
- ・ 分析支援ステーション  
<http://www.nims.go.jp/analysis/>
- ・ データベースステーション  
<http://mits.nims.go.jp>

### 2. データベースステーションのミッション

第2期科学技術基本計画で知的基盤の充実が重要課題として取り上げられ研究材料の整備、計量標準の整備、計測方法・機器の整備などとともにデータベースの整備が課題となり知的基盤整備委員会が10年間の達成目標が計画された。

当ステーションは国の知的基盤整備計画の一環として物質・材料に関する知的基盤の整備を目的に実験値および計算による数値データを収集し Web 技術を活用したデータベースを構築して社会に発信することをミッションにしている。

当ステーションのメンバーは、定年制職員3名、任期付き職員11名とシステム管理の常駐SE1名である。任期付き職員は民間企業のOB研究者・技術者でそれぞれ、金属材料、高分子材料および無機材料などの専門家であり、各分野について広く高度な知見を有している。

近年、安全・安心な社会を構築し持続させ次世代に引き継ぐには環境エネルギーが世界的に大きな課題になっている。環境エネルギーの課題解決には太陽エネルギー、燃料電池、二次電池および先進原子力システムなどの開発が必要でそのいずれも材料開発に大きく依存する。そのために材料のイノベーションに大きな期

待が寄せられているといえる。

特に、最近では材料のハイブリッド化が進み専門分野以外の材料情報を必要とする研究者も増えている。新材料の開発、新機能の発現および高機能化のための研究には信頼のおける物質・材料データベースが不可欠である。

### 3. NIMS 物質・材料データベース—MatNavi—

NIMS 物質・材料データベースは、愛称を MatNavi という。MatNavi は高分子、無機材料、金属材料、超伝導材料、拡散および電子構造計算データなど、物質の電子構造、結晶構造から鉄鋼の強度特性までが一箇所の Web サイトで公開されており材料研究の支援ツールとして非常に利便性が高いといえる。また、国内外の材料データベース発信サイトと相互リンクされており世界の材料情報にアクセス可能である。

MatNavi は2010年5月末時点で登録ユーザ数が世界141ヵ国、16,730 機関から51,457人(国内:36,623人、海外:14,834人)に達し、集録データ数とともに世界最大の材料データ発信サイトに成長した。

MatNavi は物質・材料の研究機関である NIMS が開発・発信している非常に信頼性の高い物質・材料データベースであると世界から認められており材料の研究支援ツールとして環境エネルギーの課題解決に大きく貢献できるといえる。

MatNavi は公開してからすでに7年が経過しておりサーバ機器が老朽化したためサーバを更新するとともにシステムをLinux、PostgreSQL、Open SSO および Java などのオープンソフトウェアで再構築して維持・管理費の低減を図りながらユーザがさらに使いやすいシステムにして平成22年7月1日に新システムを公開した(図-1)。

表-1に現在 Web で公開しているデータベースとアプリケーションを示す。

これらのデータベースを利用するためにはユーザ登録が必要である。利用時にメールアドレスとパスワードを入力して認証を一度受ければどのデータベースへもアクセスできる。

ここではアクセスの多い高分子、無機材料および金属材料データベースの特長を簡単に紹介する。

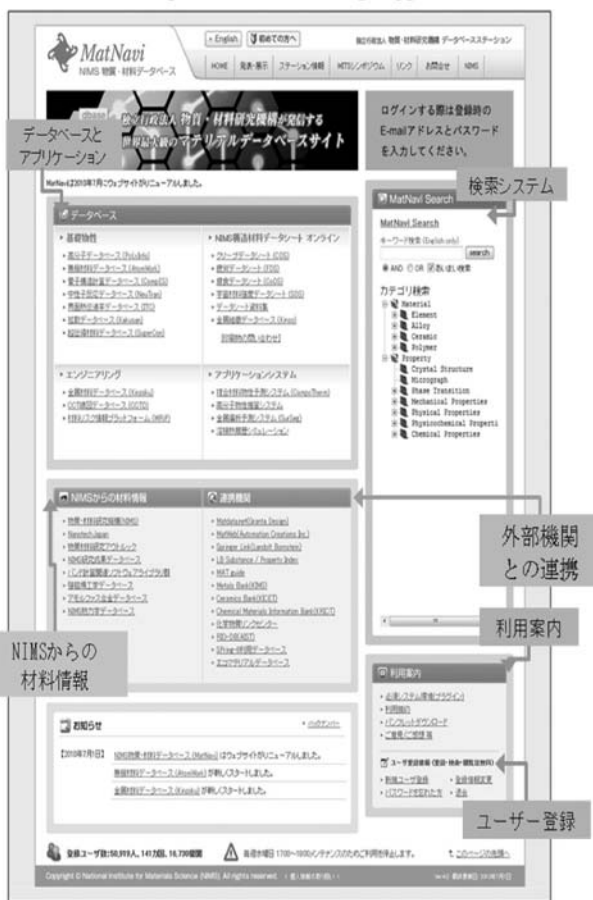
#### (1) 高分子データベース (PoLyInfo)

ポリマー物性、化学構造、IUPAC 準拠名を含む各種名称、測定サンプルの成形方法、測定条件、原料モノマー、重合方法などを相互に関連づけて収録している。

物性項目は約100種類を対象としている。現在、ホモポリマー、コポリマー、これらを成分とするポリマーブレンド、コンポジット、コンパウンドを公開している。拡張機能として物性推算機能、NMR スペクトルデータがある。

NIMS 物質・材料データベース (MatNavi)

http://mits.nims.go.jp/



登録、検索、閲覧は無料です。

図-1 NIMS 物質・材料データベース MatNavi の Top トップページ (2010年7月公開)

(2) 無機材料データベース (AtomWork)

従来の Pauling file を拡張したもので無機材料の結晶構造、X線回折、特性、状態図に関するデータを収録している。

データは化学成分系、化学式、物質名、プロトタイプ、ピアソン記号、空間群番号で材料を検索する“Search Material”、材料特性を指定して材料を検索する“Search Materials having specified property”、成分系を指定して状態図を検索する“Search phase diagrams”の3通りの方法で検索することができる。現在までに約

表-1 データベースの種類

No.	和 文 名	愛称 (通称名)
物質・材料データベース		
0	NIMS 物質・材料データベース	MatNavi
1	高分子データベース	PoLyInfo
2	無機材料データベース	AtomWork
3	電子構造計算データベース	CompES
4	中性子反応データベース	NeuTran
5	界面熱伝達率データベース	ITC
6	拡散データベース	Kakusan
7	超伝導材料データベース	SuperCon
8	金属材料データベース	Kinzoku
9	CCT 線図データベース	CCTD
10	NIMS 構造材料データシートオンライン版	—
①	クリープデータシート	CDS
②	疲労データシート	FDS
③	腐食データシート	CoDS
④	宇宙材料強度データシート	SDS
⑤	データシート資料集	資料集
11	金属組織データベース	Kinso
アプリケーションシステム		
0	MatNavi Search	MatNavi Search
1	複合材料物性予測システム	CompoTherm
2	金属偏析予測システム	SurSeg
3	材料リスク情報プラットフォーム	MRIP

86,000 件のデータが収録されている。

(3) 金属材料データベース (Kinzoku)

従来の圧力材料、基盤原子力材料データベースに構造材料データシートのクリープおよび疲労の数値データを統合したもので主に鉄鋼材料の密度、弾性係数、ポアソン比、硬さ、靱性、引張特性、クリープ特性、クリープ破断特性および疲労特性が収録されている。

連絡先

(独)物質・材料研究機構共用基盤部門 データベースステーション  
〒153-0061 東京都目黒区中目黒 2-2-54  
tel. 03-5768-7600 fax. 03-3713-6577  
e-mail : mits@ayamegusa.nims.go.jp

目 次

01 やあ こんにちは  
学生のコミュニケーション力向上  
伊熊泰郎

02 研究所紹介  
独立行政法人 物質・材料研究機構 共用基盤部門 データベースステーション  
山崎政義

04 トピックス  
Understanding the Pairing Mechanism in Superconductivity : The Iron Isotope Effects on  $T_c$  in Optimally Doped Iron Pnictide Superconductors  
Parasharam M. SHIRAGE, Kunihiro KIHOU, Kiichi MIYAZAWA, Hijiri KITO, Hiroshi EISAKI, Yasumoto TANAKA, Akira IYO

07 ご案内

08 To the Overseas Members of the MRS-J



■トピックス

## Understanding the pairing mechanism in superconductivity : The iron isotope effects on $T_c$ in optimally doped iron pnictide superconductors

Parasharam M. SHIRAGE<sup>1</sup>, Kunihiro KIHOU<sup>1</sup>, Kiichi MIYAZAWA<sup>1,2</sup>, Hijiri KITO<sup>1,3</sup>,  
Hiroshi EISAKI<sup>1,3</sup>, Yasumoto TANAKA<sup>1</sup>, Akira IYO<sup>1,3,\*</sup>

### 1. Introduction

The invention of the new iron based high- $T_c$  materials family provided the multi-dimensions for the research in superconductivity<sup>1)</sup>, so far highest  $T_c$  in these materials exceeds 55 K. Many theoretical and experimental evidences were proposed to explain the pairing mechanism of such high- $T_c$  in these materials, but many of them are controversial. One of the promising tools to explore the pairing mechanism in superconductivity is the study of the nuclear mass dependent  $T_c$ , *i. e.* isotope effect, which was discovered<sup>2)</sup> well before the establishment of so-called Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) classical theory.  $T_c$  varies with the isotopic mass of the sample, was the first direct evidence for interaction between the electrons and the lattice (phonon). This suggests that lattice vibrations are a part of the superconducting process. This was an important clue in the establishment of the BCS theory because it suggested lattice coupling, and in the quantum treatment suggested that phonons were involved. Many elemental superconductors and alloy superconductors are well fitted with BCS-theory whose isotope exponent is close to 0.5 ( $\alpha=0.5$ ,  $\alpha$  is defined by  $T_c \sim M^\alpha$  ( $M$  is the isotopic mass)) can be treated as the conventional superconductors and that suggests that electron-phonon interactions are involved. On the other hand, the optimal doped cuprate superconductor's exhibits negligibly small oxygen isotope effect that indicates these materials are not simply explained by electron-phonon interaction and some exotic parameters involved, termed these superconductors as unconventional.

In the recently discovered an iron based high- $T_c$  superconductors, whose main blocking layer is Fe-As (*e.g.* the crystal structures of SmFeAsO and (Ba, K)Fe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> are schematized in Fig. 1), the issue of pairing mechanism is unclear as large iron isotope effect<sup>3)</sup>, inverse iron isotope effect<sup>4),5)</sup> and absence of iron isotope effect<sup>6)</sup> are reported. Here we summarize the experimental and most reliable results published<sup>4),6)</sup> on iron isotope effect studied in (Ba, K)Fe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> and SmFeAsO<sub>1-y</sub>, in which the samples are prepared with great care by high pressure synthesis technique, one of the effective techniques to grow the high quality samples.

### 2. Experimental

The usefulness of high-pressure synthesis technique was

<sup>1</sup> Nanoelectronics Research Institute (NeRI), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

<sup>2</sup> Department of Applied Electronics, Tokyo University of Science

<sup>3</sup> JST, Transformative Research-Project on Iron Pnictides (TRIP)

\* Corresponding author

E-mail : iyo-akira@aist.go.jp, paras-shirage@aist.go.jp

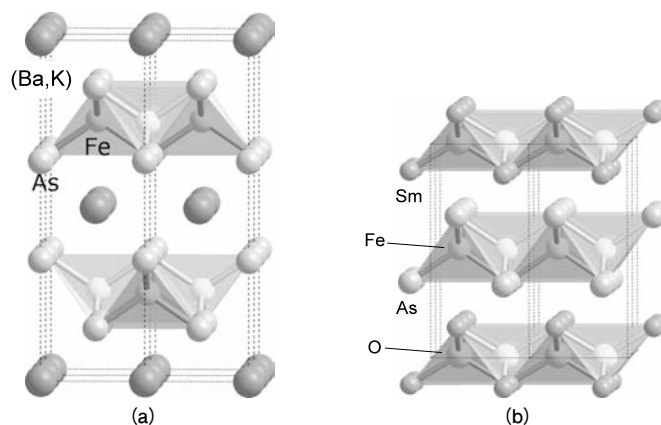


Fig. 1 The schematic of crystal structures of (a) (Ba, K)Fe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> and (b) SmFeAsO.

subsequently demonstrated in the iron-based superconductors<sup>7)</sup>. In our study, HP synthesis is carried out using wedge-type cubic-anvil high pressure apparatus and photo is shown in Fig. 2 (a). The starting materials are encapsulated into closed containers made up of boron nitride (BN) sleeve, and then embedded into solid media (pyrophyllite (Al<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>)) which transmit pressures typically up to several GPa to the samples. The samples are heated up in-situ using electrical heater which surrounds the sample container (BN sleeve), also embedded into pressure media. The configuration of the sample cell is shown in Fig. 2 (b).

Polycrystalline samples were prepared by high-pressure

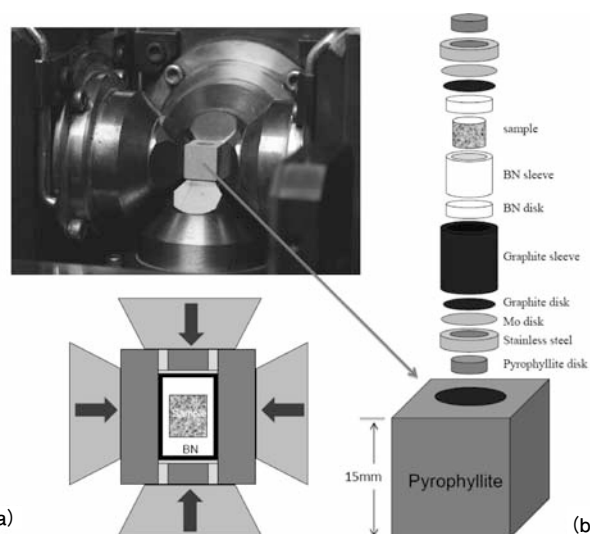


Fig. 2 (a) Photograph of wedge-type cubic-anvil, high pressure apparatus (b) a schematic illustration of the sample cell assembly used in high-pressure synthesis technique.

synthesis method using a cubic-anvil-type apparatus and the sample preparation for isotope exchange is reported elsewhere<sup>4,6</sup>. Variation in the  $T_c$  values due to different synthesis condition has been ruled out by synthesizing simultaneously a set of two different isotope-containing samples<sup>4,6</sup>. The samples synthesized simultaneously are almost single phase and the lattice parameters of the twin samples are almost identical to each other<sup>4,6</sup>. We used three sorts of Fe,  $^{57}\text{Fe}$  and  $^{54}\text{Fe}$  enriched powder (ISOFLEX USA, purity of Fe 99.99%), and natural Fe powder ( $^n\text{Fe}$ , mass = 55.85) (Showa Chemical Ind., 99.9%). For  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  sample synthesis we used the isotopic iron powders, As, and precursors of BaAs and KAs. While for the  $\text{SmFeAsO}_{1-y}$  samples we used precursor of SmAs,  $\text{Sm}(\text{OH})_3$ , natural  $^n\text{Fe}$  powder and isotopic iron oxide powders. The role of  $\text{Sm}(\text{OH})_3$  is reported elsewhere<sup>6</sup>. In case of  $\text{SmFeAsO}_{1-y}$  samples, we used the  $^n\text{Fe}$  powder instead of using the  $^{57}\text{Fe}$  and  $^{54}\text{Fe}$  metal powders directly, because the degree of oxidation of the raw (as-purchased) isotope powders turned out to be different from each other. In our process, 43% of Fe in the samples is from the isotopic  $^{57}\text{Fe}$  and  $^{54}\text{Fe}$  powder so that the average isotope masses of Fe are 56.35 and 55.05 for the samples synthesized using the  $^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $^{54}\text{Fe}_2\text{O}_3$  powders, respectively.

Powder X-ray diffraction (XRD) patterns of the samples were measured using  $\text{CuK}\alpha$ -radiation. The dc magnetic susceptibility was measured using a SQUID magnetometer (Quantum Design MPMS) under a magnetic field of 5 Oe. The resistivity of the two isotope containing samples was measured simultaneously by a four-probe method (Quantum Design PPMS).

### 3. Results and discussion

#### (a) Inverse iron isotope effect on $T_c$ in $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$

We have prepared numerous sets of  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  samples by high pressure synthesis technique. The optimal doping state of the sample was confirmed by X-ray diffraction technique<sup>4</sup>. As a typical example of shift in  $T_c$  due to iron isotope exchange, in Fig. 3, we show the temperature ( $T$ ) dependence of normalized

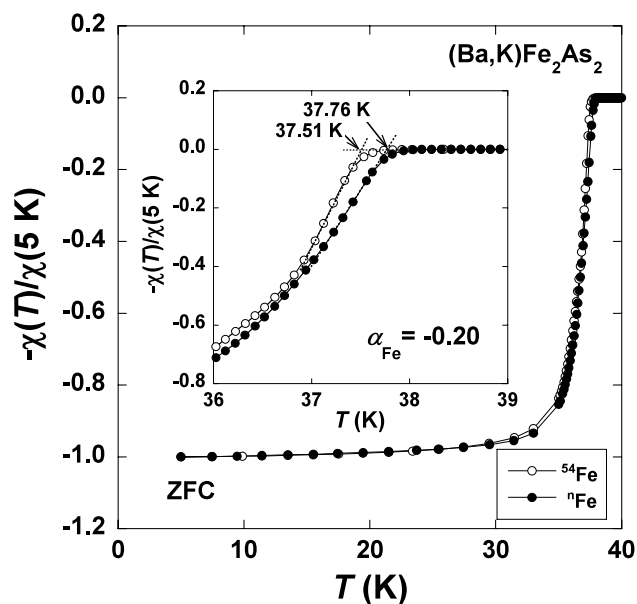


Fig. 3 Temperature ( $T$ ) dependence of susceptibility ( $\chi$ ) of  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  samples synthesized from the natural iron powder ( $^n\text{Fe}$ ) and  $^{54}\text{Fe}$  enriched one. The  $\chi$  is normalized at the values of ZFC curve at 5 K. Fe isotope exponent is estimated to be  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.20$ .

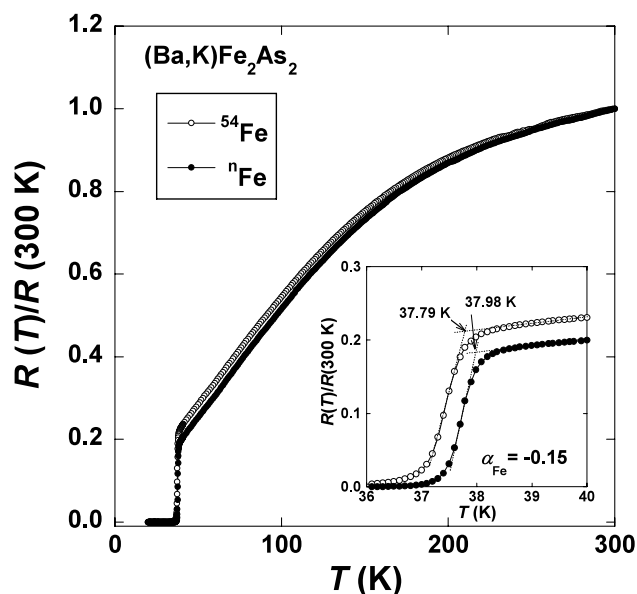


Fig. 4 Temperature ( $T$ ) dependence of resistance ( $R$ ) of the  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  samples synthesized from the natural iron powder ( $^n\text{Fe}$ ) and  $^{54}\text{Fe}$  enriched one.  $T_c$  is determined from the intersection of the two extrapolated lines as shown in the inset. Fe isotope exponent is estimated to be  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.15$ .

susceptibility ( $\chi$ ) for the samples synthesized from the natural iron powder ( $^n\text{Fe}$ ) and isotopic  $^{54}\text{Fe}$  enriched one. The both samples show sharp superconducting transitions at  $\sim 38$  K, which corresponds to optimal doped state<sup>8</sup>. Sharp superconducting transition indicates good homogeneity and high quality of the samples.  $T_{c(\chi)}$  is determined from the definition of the intersection of the two extrapolated lines; one is drawn through the susceptibility curve in the normal state just above the transition, and the other is drawn through the susceptibility curve with the maximum slope (see the inset of Fig. 3). A clear isotope shift in  $T_c$  ( $\Delta T_c = -0.25$  K) can be seen in this combination. Surprisingly, the sample including the larger atomic weight of Fe depicts higher  $T_c$ , indicates the inverse isotope effect ( $\alpha_{\text{Fe}} = -0.20$ ). An average isotope exponent  $\alpha_{\text{Fe}}$  reported for seven sets of samples is  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.18 \pm 0.03$ <sup>4</sup>.

The shift in  $T_c$  due to isotope exchange is also confirmed by  $T$ -dependent resistivity measurement. In Fig. 4 the temperature ( $T$ ) dependent normalized resistivity of the same samples used for the measurement in Fig. 3 is shown.  $T_c$  is determined by the definition as a similar way stated in the susceptibility measurement shown in the inset of Fig. 4. This result also clearly shows that sample containing  $^n\text{Fe}$  has higher  $T_c$  than  $^{54}\text{Fe}$ , is consistent with inverse isotope effect evidenced in the magnetic susceptibility measurements (see Fig. 3). The isotope exponent is estimated to be  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.15$ , which is in agreement with isotope exponent determined from the magnetic susceptibility measurements. Our result is in contradictory with the earlier report on  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $\alpha_{\text{Fe}} = 0.37$ )<sup>3</sup>. It may be due to different synthesis technique, strain and subtle change in doping level. The inverse isotope effect in  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  is the first case in high- $T_c$  superconductors<sup>9</sup>, suggests that high phonon frequency is harmful for the superconductivity.

#### (b) A small iron isotope effect on $T_c$ in $\text{SmFeAsO}_{1-y}$

The  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $T_c = 38$  K) is hole doped low  $T_c$  material, the pairing mechanism in the highest  $T_c$  materials like  $\text{SmFeAsO}_{1-y}$  with  $T_c = 55$  K is necessary, to check whether the

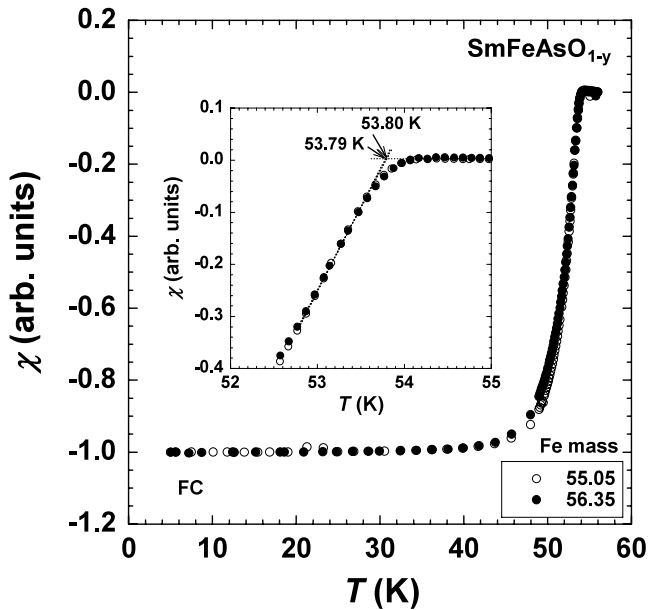


Fig. 5 Temperature ( $T$ ) dependence of the field-cooled (FC) susceptibility ( $\chi$ ) normalized at 5 K and 56 K for  $\text{SmFeAsO}_{1-y}$  samples with the average isotope masses of Fe are 56.35 and 55.05. The inset shows the  $T$  dependence of  $\chi$  near  $T_c$ . An iron isotope coefficient is estimated to be  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.01$ .

inverse isotope effect is universal in iron pnictides or other mechanism play crucial role. Figure 5 represents the  $T$ -dependence of field-cooled (FC) magnetic susceptibility ( $\chi$ ) for the samples synthesized using  $^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $^{54}\text{Fe}_2\text{O}_3$  powders (the average iron isotope masses are 56.35 and 55.05, respectively) as a typical example. The magnitude ( $\chi$ ) is normalized at 5 K ( $-1.0$ ) and 56 K ( $0.0$ ) values. Superconducting transitions are sharp enough, allowing us to define  $T_c$  accurately.  $T_c$  is determined as stated in Fig. 3 and shown in the inset of Fig. 5. As indicated in the inset, shift of  $T_c$  is at most  $-0.01$  K, which correspond to the iron isotope coefficient  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.01$ . An average iron isotope coefficient reported for five sets of sample is  $\alpha_{\text{Fe}} = -0.02 \pm 0.01$ <sup>6)</sup>. This iron isotope effect is negligibly small, first case in the iron based superconductors and it is different from that of  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  even though both systems are in an optimally doped state. Naively thinking, this suggest that phonon due to iron are not crucial for superconductivity. It indicates that iron isotope coefficient depends on the system.

Our result is also in apparently contradictory with a large  $\alpha_{\text{Fe}} = 0.34$  on  $\text{SmFeAsO}_{0.85}\text{F}_{0.15}$  ( $T_c = 41$  K) by Liu *et al.*<sup>3)</sup>. Giving lower  $T_c$ 's of their samples in comparison to the present study, their samples are probably located at the so-called under-doped region and the apparent difference between the two experiments is likely due to the different doping level of the samples. If this is the case, this resembles the situation with the cuprate superconductors where the oxygen-isotope effect is negligibly small in the optimally doped samples, while that in the under- or over-doped one is large, almost close to  $0.5$ <sup>10)~18)</sup>. It should be necessary to evaluate  $\alpha_{\text{Fe}}$  as a function of doping level in the iron-based superconductors, which is really technically challenging as the variation due to different doping level and isotope effect can not be easily distinguished.

In summary, the inverse iron isotope effect in  $(\text{Ba}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $T_c = 38$  K) at its optimal doping state is the first report in the family of high- $T_c$  superconductor to show this phenomenon. While a absence of the isotope effect at its optimal state in

$\text{SmFeAsO}_{1-y}$  ( $T_c = 54$  K) superconductor was evidenced. This anomalous isotope mass dependence on  $T_c$  will be a key to understand the superconducting mechanism in the iron based system.

#### Acknowledgments

This work was supported by a Grant-in-Aid for Specially Promoted Research (20001004) from The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) and JST, Transformative Research-Project on Iron Pnictides (TRIP).

#### [References]

- 1) Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano, H. Hosono, *J. Am. Chem. Soc.*, **130**, 3296 (2008).
- 2) C. A. Reynolds, B. Serin, L. B. Nesbitt, *Phys. Rev.*, **84**, 691 (1951).
- 3) R. H. Liu, T. Wu, G. Wu, H. Chen, X. F. Wang, Y. L. Xie, J. J. Yin, Y. J. Yan, Q. J. Li, B. C. Shi, W. S. Chu, Z. Y. Wu, X. H. Chen, *Nature*, **459**, 64 (2009).
- 4) P. M. Shirage, K. Kihou, K. Miyazawa, C. H. Lee, H. Kito, H. Eisaki, T. Yanagisawa, Y. Tanaka, A. Iyo, *Phys. Rev. Lett.*, **103**, 257003 (2009) and (arXiv:0903.3515).
- 5) P. M. Shirage, K. Kihou, K. Miyazawa, C. H. Lee, H. Kito, Y. Yoshida, H. Eisaki, Y. Tanaka, A. Iyo, *Physica C* (in press).
- 6) P. M. Shirage, K. Kihou, K. Miyazawa, H. Kito, Y. Yoshida, Y. Tanaka, H. Eisaki, A. Iyo, *Physical Review Letters*, **105**, 037004 (2010).
- 7) P. M. Shirage, K. Miyazawa, H. Kito, H. Eisaki, A. Iyo, *Phys. Rev.*, **B 78**, 172503 (2008); P. M. Shirage, K. Miyazawa, H. Kito, H. Eisaki, A. Iyo, *App. Phys. Exp.*, **1**, 081702 (2008); P. M. Shirage, K. Miyazawa, M. Ishikado, K. Kihou, C. H. Lee, N. Takeshita, H. Matsuhata, R. Kumai, Y. Tomioka, T. Ito, H. Kito, H. Eisaki, S. Shamoto, A. Iyo, *Physica C*, **469**, 355 (2009); P. M. Shirage, K. Miyazawa, H. Kito, H. Esaki, A. Iyo, *Physica C*, **469**, 898 (2009); P. M. Shirage, K. Miyazawa, H. Kito, H. Eisaki, A. Iyo, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **77** (c), 40 (2008); P. M. Shirage, D. D. Shivagan, Y. Tanaka, Y. Kodama, H. Kito, A. Iyo, *App. Phys. Lett.*, **92**, 222501 (2008); P. M. Shirage, A. Iyo, D. D. Shivagan, Y. Tanaka, *Supercond. Sci. Technol.*, **21**, 075014 (2008).
- 8) M. Rotter, M. Pangerl, M. Tegel, D. Johrendt, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **47**, 7949 (2008).
- 9) Inverse isotope effect is also reported for palladium hydride PdH ( $T_c \sim 10$  K) for which the replacement of hydrogen by its heavier isotope deuterium has the reverse effect of raising  $T_c$ . This effect has been ascribed to cause anharmonicity of phonon. This material is belonging to low- $T_c$  material. B. Stritzler, W. Buckel, *Z. Phys.*, **257**, 1 (1972).
- 10) B. Batlogg, R. J. Cava, A. Jayaraman, R. B. van Dover, G. A. Kourouklis, S. Sunshine, D. W. Murphy, L. W. Rupp, H. S. Chen, A. White, K. T. Short, A. M. Mjssce, E. A. Rietman, *Phys. Rev. Lett.*, **58**, 2333 (1987).
- 11) D. E. Morris, R. M. Kuroda, A. G. Markelz, J. H. Nickel, J. Y. T. Wei, *Phys. Rev.*, **B 37**, 5936 (1988).
- 12) M. K. Crawford, M. N. Kunchur, W. E. Farneth, E. M. McCarron III, S. J. Poon, *Phys. Rev.*, **B 41**, 282 (1990).
- 13) M. K. Crawford, W. E. Farneth, E. M. McCarron III, R. L. Harlow, A. H. Moudden, *Science*, **250**, 1390 (1990).
- 14) H. J. Bornemann, D. E. Morris, H. B. Liu, P. K. Narwankar, *Physica C*, **191**, 211 (1992).
- 15) J. P. Franck, S. Harker, J. H. Brewer, *Phys. Rev. Lett.*, **71**, 283 (1993).
- 16) G. M. Zhao, K. K. Singh, A. P. B. Sinha, D. E. Morris, *Phys. Rev.*, **B 52**, 6840 (1995).
- 17) G. M. Zhao, M. B. Hunt, H. Keller, K. A. Müller, *Nature (London)*, **385**, 236 (1997).
- 18) G. M. Zhao, K. Conder, H. Keller, K. A. Müller, *J. Phys. Condens. Matter.*, **10**, 9055 (1998).

#### 連絡先

Nanoelectronics Research Institute (NeRI), National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST), 1-1-1 Central 2, Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305-8568, Japan  
tel. +81-29-861-5435 fax. +81-29-861-5447  
e-mail: iyo-akira@aist.go.jp paras-shirage@aist.go.jp



## ご 案 内

### ■第20回日本MRS学術シンポジウム

総合テーマ「エコイノベーションを切り拓く先進材料研究Ⅱ」

本シンポジウムでは、産業の活性化と地球環境問題を両立させるための革新的な技術を創出するため、新規機能の探索、新規材料の創製、新規シンプルプロセスに関する分野横断的なテーマについて討論します。多様な材料の専門家が領域融合的な情報・技術交換を行いながら、エコイノベーションの創造につなげることを目指します。

開催予定日：平成22年12月20日(月)～22日(水)、一般セッション、国際セッション

開催会場：横浜市開港記念会館(横浜市中区本町1-6)、横浜情報文化センター(横浜市中区日本大通り11)、ほか



○：代表チェア ☆：連絡チェア ◎：代表・連絡兼任チェア  
\*：国際セッション

- A 先端プラズマ技術が拓くナノマテリアルズフロンティア\*/  
Frontier of Nano-Materials Based on Advanced Plasma  
Technologies ○白谷正治(九州大) ☆金子俊郎(東北大)
- B 小角散乱法で見るエコイノベーション材料のナノ構造\*/  
Small Angle Scattering for Characterizing Hetero-structure in  
Eco-innovative Materials ◎大沼正人(物材研)
- C ナノマテリアルの社会受容国際シンポジウム\*/International  
Symposium on the Social Acceptance of Nanomaterials ○宮  
澤薫一(物材研) ☆若原孝次(物材研)
- D ナノスケール構造体の新展開-構造・機能・応用-/Recent Pro-  
gress in Nano-structured Materials ◎佃 達哉(北海道大)
- E 酸化物および酸化物ナノ複合材料の合成・評価と応用\*/  
Syntheses, Characterizations, and Applications of Oxide  
Nanocomposites Materials ◎遠藤和弘(金沢工業大) ☆鈴木  
基史(京大)
- F 最先端ナノ物性を最大限に活用した代替材料開発/Develop-  
ment of Alternative Materials for Replacing with Maximum  
Use of Nanotechnology and its Properties ◎山口 明(岩手  
大) ☆原 重樹(産総研)
- G ドメイン構造に由来する物性発現と新機能材料/Domain  
Structure related Ferroic Properties and New Functional  
Materials ○和田智志(山梨大) ☆米田安宏(原研)
- H 分子性薄膜の作製・評価・応用-高度な配向制御、配向解析、  
および機能発現を目指して-/Fabrication, Characterization and  
Application of Molecular Thin Films-Structural Analysis and  
Control toward the Realization of Novel Functions- ○池上敬  
一(産総研) ☆大貫 等(東京海洋大)
- I 計算機シミュレーションによる格子欠陥やナノ構造の解明：  
新規材料創製を目指して/Computational Approaches to Study-  
ing Lattice Defects and Nanostructures: Toward Novel  
Materials Development ◎吉矢真人(大阪大)
- J ソフトマテリアル-ゲルのテクノロジーと多彩な機能設計-/  
Advanced Softmaterials-Gel Technologies and Various Func-  
tional Designs- ◎加藤紀弘(宇都宮大)
- K 生物資源の最近の進歩/Advances in the Application of Bio-  
logical Resources ○岡部敏弘(青森産技センター) ☆小川和  
彦(能開大)
- L ネイチャーテック/Nature Tech ◎垣澤英樹(物材研)
- M 先導的バイオインターフェイスの確立/Frontier of Biointer-

- faces ○齊藤永宏(名古屋大) ☆藤間卓也(東京都市大)
- N 界面ナノバイオテクノロジー\*/Nano-biotechnologies on In-  
terfaces ◎松田直樹(産総研)
- O 暮らしを豊かにする材料-環境・エネルギー・医療-/Materials  
for Living-Environment, Energy, Medicine- ○中山則昭  
(山口大) ☆中塚晃彦(山口大)
- P 燃料電池用材料、デバイス、及びシステム開発の新展開/  
New Trend of a Development of Fuel Cell Materials, Devices  
and its System ◎森 利之(物材研)
- Q エネルギー材料・フロンティア/Energy Materials Frontier  
○篠原嘉一(物材研) ☆米田征司(神奈川大)
- R 新しい分析・評価技術-材料と環境への適用/New Analytical  
and Assessment Methods in Material and Environmental  
Technologies ○西本右子(神奈川大) ☆津越敬寿(産総研)
- S イオンビームを利用した革新的材料\*/Innovative Material  
Technologies Utilizing Ion Beams ○馬場恒明(長崎工技セン  
ター) ☆雨倉 宏(物材研)
- T マテリアルズ・フロンティア/Materials Frontier ◎伊熊泰  
郎(神奈川工大)
- U 日印先進材料研究フォーラム\*/Japan-India Forum of Ad-  
vanced Materials Research for Sustainable Development ◎  
鈴木淳史(横浜国大)

各種期日と締切

web 登録開始 2010年8月上旬

研究発表申込締切 2010年10月15日

オンライン参加申込締切 2010年10月31日

前払いの銀行振込期日 2010年11月15日

詳細はHP (<http://mrs-j.com>) をご覧ください。

問い合わせ先 横浜国立大学大学院環境情報研究院 鈴木淳史研  
究室内 シンポジウム事務局担当・和田真樹子、mrsj-s@ynu.  
ac.jp, Tel: 045-339-3846, Fax: 045-339-4477

### ■IUMRS 関連会議

▽IUMRS-ICEM 2012 Sep. 24-28, 2012, Yokohama

▽IUMRS-ICA 2010 Sep. 25-28, 2010, Qingdao, China, Chinese  
Materials Research Society (C-MRS)

▽IUMRS-ICEM 2010 Aug. 22-27, 2010, KINTEX (Korea Inter-  
national Exhibition Center), Seoul, Korea

### ■新刊紹介

*Transactions of the MRS-J*, vol. 35, No. 1 (2010) が発刊されました。  
掲載報文は以下のセッションです。

- ・ Session B Development of Oxide Nanocomposites 1
  - ・ Session M Innovative Material Technologies Utilizing Ion  
Beams 9
  - ・ Session O Non-equilibrium Plasma Processing in High Density  
Media 6
  - ・ Session P Advanced Ferroic Materials 12
  - ・ Session BB Advanced Superconducting Materials 1
  - ・ Session DD Electrochemical Processing for Tailored Materials 15
  - ・ Session KK Nano-Biotechnologies on Interfaces 2
- 一般報文 2

*Transactions of the MRS-J*, vol. 35, No. 2 (2010) が発刊されました。  
掲載報文は以下のセッションです。

- Session C Design of Green Energy Materials (ICA2008) 6
- Session D (Materials for Living-Environment, Energy, Medi-  
cine) 9
- Session G (Advanced Science, Technology, and Applications of  
Gels-The Various Structures, Properties, and Functions) 3
- Session J (Computational Approaches to Studying Lattice  
Defects and Nanostructures: Toward Novel Materials Devel-  
opment) 5
- Session K (Recent Progress in Nano-structured Materials  
-Structure, Function and Applications) 4
- Session M (Frontier of Biointerfaces) 3

Session N (Fabrication, Characterization and Application of Molecular Thin Films—Structural Analysis and Control Toward the Realization of Novel Functions) 11

Session P (Syntheses, Characterizations and Applications of Oxide Nanocomposites Materials) 3

Session S (Materials Frontiers) 5

一般報文 2

#### ■共催案内

(1)第18回イオン注入国際会議 (18th International Conference on Ion Implantation Technology, IIT2010)、6月6日~11日、京都

大学百周年時計台記念館、IIT2010事務局、京都大学工学研究科量子理工学教育センター内、e-mail:office@iit2010.org

(2)第9回エコバランス国際会議、11月9日~12日、日本科学未来館、<http://www.sntt.or.jp/EcoBalance2010/top.php>

(3)第20回無機リン化学討論会、10月7日~8日、東北大学青葉記念会館、東北大学大学院環境科学研究科 上高原理暢、[kamitaka@mail.kankyo.tohoku.ac.jp](mailto:kamitaka@mail.kankyo.tohoku.ac.jp)

(4)平成22年度日本金属学会関東支部講習会「低環境負荷自動車を支える材料技術」、8月31日、東京大学山上会館、日本金属学会関東支部、[ishikawa@material.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:ishikawa@material.t.u-tokyo.ac.jp)



## To the Overseas Members of MRS-J

### ■Improvement of Students' Communication and Presentation Skills

*Prof. Yasuro IKUMA, Department of Applied Chemistry, Kanagawa Institute of Technology*

It is one of the roles of university to educate students so that they are advanced as persons when they graduate from the university. Students in engineering department have to learn not only their major subjects but also other subjects such as communication and presentation skills. The recent study of neuroscience suggests that the brain of human beings will be activated and try to send information to next part of the brain only when the brain feels that it loves the information that just comes in. Otherwise the brain will not send information to the next part of the brain to be used later.

When the students are studying their major subjects there should be no problem in activating their brain (although this might be difficult in some cases). The question is how to activate the brain when they are studying the subjects they do not like such as when students of engineering department are learning how to communicate, how to make presentation, etc. We have to inform our students in advance that the information which they are about to encounter is useful for them and they will like it.

### ■Materials Database Station (MDBS), National Institute for Materials Science (NIMS)

*Masayoshi YAMAZAKI, Station Leader, Materials Database Station, NIMS*

Since Materials Database Station in NIMS launched MatNavi, one of the world's most-extensive online databases for materials, in 2003, it has boosted material-based R & D and catalyzed innovation. On July 1, MatNavi reopened with a totally redesigned user interface and added data. The use of MatNavi continues to be free: All you need to do is register.

MatNavi is an integrated database (DB) system comprising 13 materials DBs, including the Inorganic Material DB (crystal

structures, phase diagrams, ...), Polymer DB (chemical structures, physical properties, NMR spectra, ...), Metallic Material DB (density, elastic constants, creep characteristics, ...) and Computational Electronic Structure Database (band structures obtained by first-principles calculations). It also offers application systems such as the Property Prediction Subsystem for polymers.

With the update, you can now sign into all 13 DBs by a single sign-on: It is no longer necessary to sign into each DB separately. Also, the Inorganic Material DB (formerly the Basic Database for Crystal Structure: Pauling File) has been augmented by a large amount of new records including the crystal structures, phase diagrams and physical properties of multinary compounds.

### ■Understanding the Pairing Mechanism in Superconductivity: The Iron Isotope Effects on $T_c$ in Optimally Doped Iron Pnictide Superconductors

*Parasharam M. SHIRAGE<sup>1</sup>, Kunihiko KIHOU<sup>1</sup>, Kiichi MIYAZAWA<sup>1,2</sup>, Hijiri KITO<sup>1,3</sup>, Hiroshi EISAKI<sup>1,3</sup>, Yasumoto TANAKA<sup>1</sup>, Akira IYO<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> NeRI, AIST, <sup>2</sup> Tokyo University of Science, <sup>3</sup> JST, TRIP

The measurement of the isotope effect is a fundamental test for realizing the pairing mechanism of superconductivity. Here we show the iron isotope effect on a transition temperature ( $T_c$ ) in an optimally-doped (Ba, K)Fe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> ( $T_c = 38$  K) and SmFeAsO<sub>1-y</sub> ( $T_c = 54$  K) superconductors. The reliable isotope shift in  $T_c$  was measured by synthesizing a twin samples under high-pressure in the same conditions (simultaneously) with different iron isotope mass. We have found that the iron isotope coefficient vary with superconducting systems, where (Ba, K)Fe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> shows an inverse iron isotope effect  $\alpha_{Fe} = -0.18 \pm 0.03$  while SmFeAsO<sub>1-y</sub> shows an absence of appreciable iron isotope effect  $\alpha_{Fe} = -0.02 \pm 0.01$ , where the isotope exponent  $\alpha$  is defined by  $T_c \sim M^\alpha$  ( $M$  is the isotopic mass). The distinct iron isotope effects imply the exotic coupling mechanism in the iron-based superconductors.

編後記  
—教育の話に関連して— 最近は数字に強い“教育パパ”が多いそうである。同年代にもそのような親が多く、子女の進学先が気になるらしい。「A大とB大どちらがいいだろうか、就職率でいうとA大が100%でB大が80%だが…」。教育機関に勤務していると、いろいろな数字のマジックの裏側も見えてくる。A大では、100人が入学し、30人が中退し、70人全員が就職した。B大は、入学した100人全員が卒業し、80人が就職した。さて、親として選ぶべきはどちらだろうか。大学にとってもA大型かB大型か、難しい選択である。(小棹記)

©日本MRS 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-10 新橋アマノビル 6F 社団法人未踏科学技術協会内

Tel: 03-3503-4681; Fax: 03-3597-0535; <http://www.mrs-j.org/> E-mail: [mrs-j@sntt.or.jp](mailto:mrs-j@sntt.or.jp)

2010年日本MRSニュース編集委員会 第22巻3号 2010年8月10日発行

委員長: 中川茂樹 (東京工業大学大学院理工学研究科、[nakagawa@pe.titech.ac.jp](mailto:nakagawa@pe.titech.ac.jp))

委員: 寺田教男 (鹿児島大学大学院理工学研究科)、小棹理子 (湘北短期大学情報メディア学科)、川又由雄 (芝浦マカトロニクス)、富田雅人 (コーニング研究所)、岩田展幸 (日本大学理工学部)、Manuel E. Brito ((独)産業技術総合研究所)、松下伸広 (東京工業大学応用セラミックス研究所)、小林知洋 ((独)理化学研究所)、伊藤 浩 (東京工業高等専門学校)

顧問: 山本 寛 (日本大学理工学部)、大山昌憲 (サーフクリーン)、岸本直樹 ((独)物質・材料研究機構)

編集: 清水正秀 (東京CTB) 出版: 株式会社内田老鶴圃/印刷: 三美印刷株式会社