

## [ 数理科 ]

### [ 区 分 A ]

#### 矢野 潤

##### 金属電極の電解酸化により溶出した金属イオンの視覚化

矢野 潤\*1, 橋本典史\*2, 岡野 寛\*2

\*1新居浜工業高等専門学校数理科, \*2香川工業高等専門学校一般教育科  
工学教育, 63巻, 5号, pp. 81-86 (2015) .

我国の高等学校, 高等専門学校, 大学の化学の教科書に紹介されている電気分解の実験において, 生成物が視認できる例は水の電気分解における水素や酸素の気体の発生や金属イオンの電解還元による金属の電析などの例に限られている. そこで学生にインパクトや興味を与え, 電気分解に対する理解をさらに深めることを目的として, 金属電極の電解酸化によって生成する金属イオンを呈色反応により視覚化することを試みた. 金属電極としては安価で入手が可能な鉄, 銅, 鉛棒を用いて電気分解を行なった. その結果, 鉄(II)イオンはヘキサシアニド鉄(II)イオンによるターンプル青の生成, 銅(II)イオンはアンモニア水による青白色の水酸化銅(II)および深青色のテトラアンミン銅(II)イオンの生成, 鉛イオンは塩化物イオンによる白色沈殿の生成によって視覚化することができた. 他方, 同時に陰極において生じた水酸化物イオンをフェノールフタレインによる呈色により視覚化することもできた. これらの呈色反応や沈殿反応は各金属丸棒電極から同心円状に進行することが観察でき, その進行程度は電解電流によって変化した. 実際に化学の講義に導入し利用評価を行った結果, すべての学生がそれらの視覚化を明瞭に観察することができた. 実験後のアンケートやレポートからも電気分解に関する理解も深まったという肯定的な結果が得られた.

#### 矢野 潤

##### Thermoelectric performances of graphene/polyaniline composites prepared by one-step electrosynthesis

Yutaka Harima\*1, Saki Fukumoto\*1, Lu Zhang\*1, Xiaoqing Jiang\*2, Jun Yano\*3, Kei Inumarua\*1 and Ichiro Imaea\*1

\*1広島大学工学部, \*2Nanjing Normal University, \*3新居浜工業高等専門学校数理科  
RSC(Royal Society of Chemistry) Advances, Vol. 5, pp. 86855-86860 (2015).

Composite films comprising graphene and polyaniline were prepared in one step by a facile electrochemical technique with graphene oxide (GO) and aniline monomer as raw materials, and their thermoelectric properties were investigated. Electrical conductivities of the composite films generated on the fluorine-doped tin oxide (FTO) electrode were dependent on the weight ratio of GO and aniline, and they exhibited a peak value of  $30 \text{ S cm}^{-1}$  at the GO/aniline ratio between 5:1 and 10:1, while Seebeck coefficients were less dependent on the weight ratio. The maximum power factor (PF) for the composite films was ca.  $1 \text{ mW m}^{-1}\text{K}^{-2}$ . When the FTO electrode was replaced by the stainless steel electrode, conductivities of the composite films with the GO/aniline ratio of 8:1 were increased up to ca.  $130 \text{ S cm}^{-1}$ . As a result, the PF and the dimensionless thermoelectric figure-of-merit (ZT) at room temperature reached  $3.6 \text{ mW m}^{-1}\text{K}^{-2}$  and 0.008, respectively. The ZT value

is the highest among those reported so far for graphene/PANI composites. Possible reasons for the conductivity enhancement on the stainless steel electrode are also discussed on the basis of electrochemical measurements and X-rayphotoelectron spectroscopy.

## 矢野 潤

### **Electro-oxidation of polyaniline in the presence of electronic acceptors and the magnetic properties of the resulting polyaniline**

Jun Yano\*1, Hiroshi Fukuoka\*2, Akira Kitani\*2

\*1新居浜工業高等専門学校数理科, \*2広島大学工学部

Thin Solid Films, Online Version, doi:10.1016/j.tsf.2016.03.031 (2016) .

A conductive polymer polyaniline was easily prepared on a transparent Indium-tin oxide (ITO) electrode as a stable film by oxidative electropolymerization of aniline (0.5 mol/L) in 0.5 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aqueous solution. To obtain colorless reduced polyaniline, the polyaniline film-covered ITO electrode was polarized at -0.2 V vs. Ag/AgCl in 0.5 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aqueous solution until the cathodic current reached the background value. Five time indicative materials were prepared by enclosing the reduced polyaniline film in five types of common transparent polymer films. To take into consideration the oxygen permeability coefficient and the thickness, the following common transparent polymer films were employed: low density polyethylene (LDPE) films with the thickness of 0.03 and 0.08 mm, high density polyethylene (HDPE) films with the thickness of 0.01 and 0.03 mm, and polypropylene (PP) film with the thickness of 0.026 mm. The color change of the materials was colorless-violet-bluish violet-black violet. The reduced polyaniline films enclosed in 0.03 mm-thick LDPE and 0.026 mm-thick PP films could be used for 10-day indicative materials. On the other hand, that enclosed in 0.01 mm-thick HDPE was applicable to about 30-day indicative one and those enclosed in 0.03mm-thick HDPE and 0.08 LDPE films are expected to be longer time indicative materials. This approach to prepare time indicative materials could be available using other poly(aniline derivatives) whose color changes are different from polyaniline as well as transparent polymer films with different oxygen permeability coefficients and thickness.

## 安里 光裕

### **Full-Potential KKR Calculations for Lattice Distortion around Impurities in Al-based Dilute Alloys, Based on the Generalized-Gradient Approximation**

C Liu\*1, M Asato\*2, N. Fujma\*3, and T. Hoshino\*3

\*1 静岡大学創造科学技術大学院、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科、\*3 静岡大学大学院工学研究科

Physics Procedia, Vol. 75, pp.1088-1095 (2015).

We present systematically the calculated results for the lattice distortion caused by the substitutional two impurities (X-X pairs; X=Sc-Ge) in Al, being located at the 1st-nearest neighboring sites. The calculations are based on the generalized-gradient approximation in the density functional theory and the full-potential Korringa-Kohn-Rostoker (FPKKR) Green's function method for point defects. The distortion effect is very large for the present impurity systems, especially for X=Mn, Fe, and Co. The interatomic length of the X-X pair extends for X=Cr, Mn, Fe, Co, and Ni, although the atomic size of these impurities is fairly smaller than the atomic size of Al. We clarify the micromechanism of the lattice distortion caused by the X-X pair.

## 安里 光裕

### 学生・教職員のメンタルヘルス意識向上に関する取組

守屋優子\*1、野田善弘\*2、安里光裕\*3

\*1 社会医療法人石川記念会 HITO 病院、\*2 新居浜工業高等専門学校一般教養科、

\*3 新居浜工業高等専門学校数理科

新居浜工業高等専門学校紀要第 52 巻、pp1-6、(2016.1)

本稿は、平成 22 年度から 25 年度までの新居浜工業高等専門学校学生相談室のメンタルヘルスに関する取組について論じたものである。

平成 23 年度以降、学外カウンセラーや若者サポートステーションを学生が積極的に利用し始めた背景としては、学生相談室が学生・教職員のメンタルヘルス意識を向上させる取組を積極的に行ったこととともに、非常勤看護師の雇用による常勤看護師の学生相談への積極的参入が可能となったことが挙げられる。

心の専門家と教職員が協働・連携して学生を支えていくことこそ、自殺予防などの難題を解決する要諦であることを最後に示した。

## 松田 一秀

### Analogues of Jacobi' s derivative formula

松田一秀\* 1

\* 1 新居浜工業高等専門学校数理科

Ramanujan J. 39 no. 1, 31-47 (2016),

Jacobi の微分公式のレベル 4 及び 8 への類似を得た。

## 松田 一秀

### Mixed sums of triangular numbers and certain binary quadratic forms.

松田一秀\* 1

\* 1 新居浜工業高等専門学校数理科

Integers 15 Paper No. A49, 21 pp. (2015)

任意の自然数が三角数とある種の 2 元 2 次形式の和で表せるための必要十分条件を決定した。

## [ 区 分 B ]

## 柳井 忠

### 工学系数学テキストシリーズ 応用数学

長水壽寛\*1、柳井 忠\*2 ほか 4 名編集、長水壽寛\*1 (執筆代表)、柳井 忠\*2 ほか 10 名執筆

\*1 福井工業高等専門学校一般科目、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科

森北出版、2015 年 11 月

高専テキストシリーズ「微分積分 2」「応用数学」およびそれぞれの問題集を再編集し、工学系の大学向けの応用数学の教科書として作成されたものである。「ベクトル解析」「複素関数論」「微分方程式」「ラプラス変換」「フーリエ級数とフーリエ変換」の各章と付録から構成されている。新たに「連立微分方程式の解の安定性」を微分方程式の章に書き加え、連立線形微分方程式の解軌道が、係数行列の固有値の種類によって特異点の周りでさまざまな状態になることを解説した。

## 柳井 忠

### 工学系数学テキストシリーズ 線形代数

馬淵雅生\*1、柳井 忠\*2 ほか4名編集、馬淵雅生\*1 (執筆代表)、柳井 忠\*2 ほか13名執筆

\*1 八戸工業高等専門学校総合科学教育科、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科

森北出版, 2015年12月

高専テキストシリーズ「線形代数」および問題集を再編集し、工学系の大学向けの線形代数の教科書として作成されたものである。「ベクトルと図形」「行列と行列式」「線形変換と固有値」「ベクトル空間」の各章と付録から構成されている。新たに「ジョルダン標準形」を付録に書き加え、ジョルダン標準形への変換行列の求め方について解説した。

## [ 区 分 C ]

## 岩本 豊

### 相互理解のための対面式自己紹介

岩本 豊\*

\* 新居浜工業高等専門学校数理科

新居浜工業高等専門学校紀要第52巻、pp41-45、(2015.10)

平成25年と平成26年度に担任として取り組んだ対面式自己紹介の方法と、その際実施したアンケート結果を紹介し、改善可能な点、実施に最適な時期等について検討する。

## [ 区 分 E ]

## 矢野 潤

### 1-ベンジル-1,4-ジヒドロニコチンアミドとフラビン補酵素を用いた光ガルバニ電池

矢野 潤\*1, 木谷 皓\*2

\*1新居浜工業高等専門学校数理科、\*2広島大学工学部

第74回分析化学討論会、山梨大学甲府キャンパス (山梨県甲府市)、第74回分析化学討論会講演要旨集、E2013 (2015).

バイオ燃料電池の出力特性を向上させるには、糖やエタノールといった生体由来の燃料を酸化する酵素反応を促進させる必要がある。そのためには酸化酵素の必須成分(補酵素)であるNADHがその酸化体(NAD<sup>+</sup>)に変わる電子移動反応を速めなければならない。その電子移動反応を促進させるのに効果があるものとしてキノンイミン構造を持つ電子メディエータがある。われわれはメディエータ存在下でNADHに光照射すると、その電子移動反応がさらに高速化することを見出した。そこでここでは、電子メディエータとしてビタミンB2類(フラビンモノヌクレオチド(FMN)、フラビンアデニンヌクレオチド(FAD)、リボフラビン(FR))を用い、それらの存在下でNADHに光照射を行なった。その結果、光電流が得られ光ガルバニ電池が形成されることを確認できた。15分ほど窒素置換した2mMのNADHと1mMのFMNを含む溶液に光照射すると光電流が観測され、光ガルバニ電池が形成された。光電流値は照射時間とともに増加し、光照射を停止すると電流は緩やかに減少した。光電流はFMNの濃度とともに増大し、FMNが存在しない場合ほとんど光電流は観測されなかった。光電流は溶存酸素や電子メディエータの種類に影響され、溶存酸素により光電流は減少され、電子メディエータとしてFMNを用いたときに最大の電流が得られた。

## 矢野 潤

### Flavin Mediated Electro-oxidation of 1,4-Dihydronicotinamides Using Photogalvanic Cell.

Jun Yano\*1 and Akira Kitani\*2

\*1新居浜工業高等専門学校数理科, \*2広島大学工学部

The 228th Meeting of The Electrochemical Society, October, 2015, Phoenix, Arizona, U.S.A., Extended Abstracts of the 228nd Meeting of The Electrochemical Society, Abstract No. A08-534 (2015).

The characteristics of a galvanic cell were studied with NADH/flavin model system using RF (riboflavin) and BANH (1-benzyl-1,4-dihydronicotinamide). The cell current increases steeply by the irradiation and then decreases gradually to reach a steady value. The output current-voltage relationships were measured by changing the external load. Measurements were made after the cell current reached to the steady value. The open-circuit voltage and the short-circuit current was 0.86 V and 300  $\mu$ A, respectively. The maximum power of 80  $\mu$ W was obtained when the cell voltage was 0.45 V. The BANH concentration dependence of steady cell currents was examined at 1 hour after irradiation. Although experimental points were rather scattered, the observed steady currents were fairly constant ( $134 \pm 13 \mu$ A) when the concentration of BANH was above 2 mM. In addition, the relationship between the quantity of electricity passed and the amount of generated BNA<sup>+</sup> (oxidized and deprotonated form of BNAH) showed straight line and the line was almost the same as calculated one assuming 100 % current efficiency. It is obvious that the production of BNA<sup>+</sup> from BNAH is quantitative and RF acts as a current mediator. Thus, highly efficient electrochemical conversion of BNAH to BNA<sup>+</sup> is possible with obtaining both electricity and dihydrogen as by-products. NADH behaves in a similar manner as BNAH does.

## 矢野 潤

### Electro-oxidation of Polyaniline in the Presence of Electronic Accepters and the Magnetic Properties of the Resulting Polyaniline.

Jun Yano\*1 and Akira Kitani\*2

\*1新居浜工業高等専門学校数理科, \*2広島大学工学部

International Thin Films Conference, TACT 2015, November, 2015, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan (R.O.C.), Abstracts of the TACT, Abstract No. F20110516004 (2015).

Among the conductive polymers, polyaniline (PANI) is one of the most promising for practical applications because of its easy preparation, thermal stability and stability in air and water. It is well known that PANI contains spin species such as radicals. If the radicals in PANI could be stably arranged to form a regular array, PANI would exhibit magnetic properties and could be available as an organic magnet. It is relatively straightforward to prepare PANI by either electrochemical or chemical polymerization of aniline in essentially any acidic solution. Unfortunately, PANI does not grow in a regular array of radical species, thus it shows no magnetic properties. Recently even without elongation by organic solvents, magnetic properties have been observed for PANIs incorporating tetracyanoquinodimethane (TCNQ) as an electronic acceptor. The magnetic properties are believed to be due to effective chemical bonds formed between the TCNQ side chains and the a PANI backbone. This seems like a more attractive procedure because the spin density can be increased by the radical species generated on the TCNQ molecules. However, this material has a drawback in that the magnetic properties are not observable until after 3 months

have passed. In other words, it takes at least 90 days to form magnetically ordered structures. Our purpose is to prepare PANI possessing stable magnetic properties without TCNQ. Although we did not previously investigate magnetic properties, we have already demonstrated that PANI quickly and steadily incorporates several quinones when they are electro-oxidized. In this paper, the incorporation is carried out using quinones having electron-withdrawing groups that are expected to act as the acceptors. Reduced PANI exhibits a Nernstian response to dissolved electronic accepters such as chloranil and dichlorodicyanobenzoquinone, that is a linear relationship between electrode potential and the logarithm of the concentration of the accepters ( $\log C$ ) with the positive slope. On the other hand, in the cyclic voltammograms showing the redox activities of PANI on the electrode surface, the peak potential is proportional to  $\log C$  with the negative slope. These linear relationships imply an electronic interaction between PANI and the accepters. The comparison of the PANIs before and after the contact to the accepters in the UV-visible absorption spectra and elemental composition revealed that the interaction not only transforms the electronic state of PANI, but also incorporates the accepters. Both ESR measurements and magnetic susceptibility demonstrate that the incorporation magnetized PANI. Although the PANI incorporating CHR shows no ferromagnetism, it possesses unusual paramagnetic properties. In addition, further analysis of the ESR spectra reveals that the radical species are stabilized in the polymer chains.

## 安里 光裕

### Full-potential KKR calculations for lattice distortion of point defects in Al, based on the generalized-gradient approximation

C Liu<sup>\*1</sup>, M Asato<sup>\*2</sup>, N. Fujma<sup>\*3</sup>, and T. Hoshino<sup>\*3</sup>

\*1 静岡大学創造科学技術大学院、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科、\*3 静岡大学大学院工学研究科  
International Conference on Magnetism 2015 (スペイン・バルセロナ), 2015年7月6日

We present systematically the calculated results for the lattice distortion caused by the substitutional two impurities (X-X pairs; X=Sc-Ge) in Al, being located at the 1st-nearest neighboring sites. The calculations are based on the generalized-gradient approximation in the density functional theory and the full-potential Korringa-Kohn-Rostoker (FPKKR) Green's function method for point defects. The distortion effect is very large for the present impurity systems, especially for X=Mn, Fe, and Co. The interatomic length of the X-X pair extends for X=Cr, Mn, Fe, Co, and Ni, although the atomic size of these impurities is fairly smaller than the atomic size of Al. We clarify the micromechanism of the lattice distortion caused by the X-X pair.

## 安里 光裕

### Full-potential KKR calculations for electronic and magnetic properties of transition metal monosilicide MSi (M=Cr-Co) and mixtures of FeSi and CoSi, based on the generalized-gradient approximation

M Asato<sup>\*1</sup>, C Liu<sup>\*2</sup>, N. Fujma<sup>\*3</sup>, and T. Hoshino<sup>\*3</sup>

\*1 新居浜工業高等専門学校数理科、\*2 静岡大学創造科学技術大学院、\*3 静岡大学大学院工学研究科  
International Conference on Magnetism 2015 (スペイン・バルセロナ), 2015年7月7日

We study systematically the electronic and magnetic structures of B20 type transition metal

monosilicides TMSi (TM=Cr-Co) and the mixtures of FeSi and CoSi, using the *ab-initio* calculations based on the full-potential screened Korringa-Kohn-Rostoker Green's function method combined with the generalized-gradient approximation in the density functional theory. The present calculations reproduce very accurately the experimental values of the lattice parameters of TMSi (within the error of 1%) and experimentally known electronic and magnetic properties of TMSi; CrSi (non-magnetic metal), MnSi (ferromagnetic metal), FeSi (non-magnetic semiconductor), and CoSi (non-magnetic semimetal). We also discuss the half metallicity of the  $Fe_{1-x}Co_xSi$  disordered alloys in the Fe-rich region ( $x < 0.5$ ).

## 安里 光裕

### Al 基、Pd 基二元合金における内部エネルギーの表示と溶解度限の計算：実空間クラスター展開法と CVM

劉暢<sup>\*1</sup>、安里光裕<sup>\*2</sup>、藤間信久<sup>\*3</sup>、星野敏春<sup>\*3</sup>

\*1 静岡大学創造科学技術大学院、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科、\*3 静岡大学大学院工学研究科

日本金属学会 2015 年秋季大会(九州大学), 2015 年 9 月 18 日

合金材料開発や高品質化を進める上で、様々な添加元素の効果や役割を調べるため、あるいは、組織の安定性や生成メカニズムを原子レベルで理解するために、多くの実験を必要とする熱力学パラメータを高精度の第一原理計算によって整備することが望まれている。我々のグループでは、添加元素を金属（母体元素 Al、Fe など）に対する不純物原子として扱い、フルポテンシャル KKR-Green 関数法と密度汎関数法の一般化勾配近似(GGA)の高精度第一原理計算を用いて、金属中の不純物原子間相互作用について調べて、相互作用メカニズムの解明と物性予測の試みを続けている。不純物原子の 4 体相互作用エネルギーまでを含む実空間のクラスター展開で、Ni、Fe、Al 合金のバンドエネルギー計算で求まる全エネルギーが 1 原子当たり、1mRy 以下の誤差で求まることも示した(Materials Transactions, Vol. 42, No. 11(2001), 2206; J. Alloys and Compounds, 504s (2010), s534)。現段階においては、実空間クラスター展開と CVM 法による不純物溶解度限の予測は本研究の中心である。今回は、Al、Pd 母体における歪効果を取り入れた不純物溶解度限の計算結果について報告した。

## 三井 正

### マイクロフォーカス X 線源を用いた屈折コントラストイメージング

越智麻友<sup>\*1</sup>、平野雅嗣<sup>\*1</sup>、三井正<sup>\*2</sup>

\*1 新居浜工業高等専門学校電気情報工学科、\*2 新居浜工業高等専門学校 数理科

電気関係学会四国支部連合大会講演論文集(CD-ROM)、ROMBUNNO. 7-4、(2015.9)

現在 X 線は世界中で医療診断、非破壊検査などさまざまな分野で活用されている。しかし従来の X 線イメージングシステムでは小さい対象物を観察するためにコントラストが低くなることから放射線被曝量が増加してしまう。しかしコヒーレンス度の高い X 線源を用いてコントラストの高いイメージングを可能とし被曝線量を低下させることができる屈折コントラストイメージングなら、それを回避することができる。また、高分解能、高コントラストの画像が得られることから吸収イメージングでは見えなかった対象物も観察することができ、最近話題にあがることが多い食品の異物混入などにも活用できるのではないだろうかと考えられる。

## 松田 一秀

### Riccati equations satisfied by certain theta constants

松田 一秀(新居浜高専)

平成 27 年度日本数学会中国・四国支部例会, 1月24日

Jacobi の微分公式は整数指標のテータ関数の 1 次の微分係数における公式だが、有理指標のテータ関数の 2 次の微分係数に関する研究を発表した。

## 長尾 桂子

### 方向感度をもつ直接検出実験で探る暗黒物質の性質

長尾桂子(新居浜高専)

日本物理学会, 2015 年 9 月

暗黒物質の直接検出実験を利用して暗黒物質粒子の弾性を測定する方法について発表した。

## 長尾 桂子

### 見て、聞いて、作って楽しい！授業でできるかんたん理科実験

長尾桂子(新居浜高専)

新居浜高専小・中学校理科教員夏季実技研修会報告書, p. 3~13 (2015)

小・中学校の理科の授業で実践可能な実験について、児童・生徒の興味をひくものを中心にその原理と発展を解説する。