

[ 数理科 ]

[ 区 分 A ]

矢野 潤

#### Metal-dispersed polyaniline electrodes for the anodes of the direct ethanol fuel cell

J. Yano\*1, Y. Takatsuka\*2, Y. Harima\*2 and A. 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

*Electrochemical Society Transactions*, Vol. 33(39), pp. 71-77 (2011).

To develop better and less expensive electrocatalysts for the oxidation of ethanol in direct ethanol fuel cells, several combinations of a conductive polymer polyaniline, dispersed Pt particles and pre-dispersed metal particles, such as Sn and Fe, were examined. The electrocatalytic activity of the Pt particles was remarkably enhanced when the particles were dispersed on PANI films. The activity strongly depended on the morphology and the electrical conductivity of the five PANI films with different dopant anions:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$ . The highest activity was achieved for the  $\text{SO}_4^{2-}$ -doped PANI film. To reduce the dispersed amount of the expensive Pt particles, inexpensive base metal particles were pre-dispersed on the PANI film, and the Pt particles were then dispersed on the film. The highest activity was obtained with Sn particles. This meant that utilizing dispersed Sn particles could reduce the dispersed amount of the Pt particles needed.

矢野 潤

#### Electrochemical reduction of graphene oxide in organic solvents

Y. Harima\*1, S. Setodoi\*1, I. Imae\*1, K. Komaguchi\*1, Y. Ooyama\*1, J. Ohshita\*1, H. Mizota\*1 and J. Yano\*2

\*1 広島大学工学部、\*2 新居浜工業高等専門学校数理科

*Electrochimica Acta*, Vol. 56(15), pp. 5363-5368 (2011).

Graphene oxide (GO) cast on conductive substrates was electrochemically reduced in some organic solvents. The amount of electricity required for the almost complete reduction of GO was 2.0 C for 1mg GO, corresponding to attaching of a one-electron reducible species to each benzene ring in graphene. The electrochemically reduced GO film gave an electrical conductivity of about 3  $\text{S cm}^{-1}$  and exhibited a relatively high specific capacitance of 147.2 F/g in propylene carbonate. The electrochemical reduction of GO was feasible on Al foils as well.

矢野 潤

#### Sn and Pt dispersed polyaniline electrodes for the negative electrodes of the direct ethanol fuel cell

J. Yano\*1, Y. Takatsuka\*2, Y. Harima\*2 and A. 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

*Electrochemistry*, Vol. 79(5), pp. 424-427 (2011).

To develop better and less expensive electrocatalysts for the oxidation of ethanol in direct ethanol fuel cells, several combinations of a conductive polymer polyaniline (PANI), dispersed Pt particles and pre-dispersed metal particles, such as Sn and Fe, were examined. The anodic current for the ethanol oxidation ( $i_{EtOH}$ ) that provides the electrocatalytic activity of the Pt particles was remarkably enhanced when the particles were dispersed on PANI films. The activity strongly depended on the morphology and the electrical conductivity of the five PANI films with different dopant anions:  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  and  $Cl^-$ . The highest activity was achieved for the  $SO_4^{2-}$ -doped PANI film. To reduce the dispersed amount of the expensive Pt particles, inexpensive base metal particles were pre-dispersed on the PANI film, and the Pt particles were then dispersed on the film. Among the investigated pre-dispersed metal particles (Sn, Cu, Zn and Fe), the highest activity was obtained with Sn particles for the ethanol oxidation. When the ratio of the dispersed Pt to Sn particles ranged from 10: 90 to 100:0,  $i_{EtOH}$  was higher than that measured with the dispersed Pt particle PANI films without the Sn particles. This meant that utilizing dispersed Sn particles could reduce the dispersed amount of the Pt particles needed.

## 矢野 潤

### 磁界中の電気化学反応によるイオン流から生じる液回転によるフレミングの左手の法則の視覚化

矢野 潤\*1、小田健二\*2、則包早百合\*2、渡邊定和\*2、松田雄二\*3、大村 泰\*1

\*1 新居浜工業高等専門学校数理科、\*2 新居浜工業高等専門学校ものづくり教育支援センター技術室、

\*3 新居浜工業高等専門学校機械工学科

工学教育、59巻、第4号、pp. 92-98 (2011)

フレミング左手の法則の視覚化を水溶液中に存在する荷電粒子であるイオンについて行うために、垂直の磁界の存在下でダニエル電池の放電反応および $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ の電解反応を行った。銅管と円形の透明アクリル樹脂板を合一させて電解セルとし、亜鉛棒あるいは炭素棒を電解セルの中心のアクリル樹脂板上に差し込んだ。この電解セルを永久磁石（ネオジウム磁石、フェライト磁石）あるいは自作した電磁石上に設置した。電解セルを満たす電解質溶液は、ダニエル電池の放電反応には0.1 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液を、 $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ の電解反応には0.1 mol/Lの硫酸鉄(II)と0.1 mol/Lの硫酸鉄(III)を含む0.1 mol/Lの硫酸水溶液を用いた。電磁石の垂直磁界下で電池反応や電解反応を行うと、ローレンツ力による電解質溶液の回転液流が明瞭に観察され、フレミング左手の法則を視覚化できた。回転液流の程度は1秒あたりの回転数（回転速度）で評価したが、磁界が強くなればなるほど、また電解反応の電解電流が大きくなるほど回転速度は増大し、ローレンツ力の定量関係を示すことができた。他方、ダニエル電池の放電電流は時間の経過とともに減少し、それに伴って回転速度も低下した。この実験を学生実験に導入し学生による利用評価も行った。

## 矢野 潤

### Electrochemical Response to Dissolved Hydroquinone on Insulating Polyaniline-modified Electrode in Less Acidic Solution and Enhancement of the Conductivity of Polyaniline

J. Yano\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

Journal of New Materials for Electrochemical Systems, in press (2012).

A conductive polymer, polyaniline (PANI), was easily prepared on an electrode surface as a stable film by the electropolymerization of aniline in acidic solution. In McIlvain's buffer solution

with a pH that exceeded 4, no redox current by the dissolved species was observed on the PANI-modified electrode because PANI acted as an electric insulator. However, in a less acidic solution, the redox current of the dissolved hydroquinone was evident because hydroquinone selectively permeates through the PANI film to reach the electrode substrate. The results of steady-state current-potential curves for the oxidation of hydroquinone using a PANI pellet electrode revealed that hydroquinone was concentrated in the PANI during the electro-oxidation. Furthermore, the concentration of hydroquinone increased the electric conductivity of the PANI from  $6.50 \times 10^{-7}$  S/cm to  $2.73 \times 10^{-3}$  S/cm.

## 柳井 忠

### 選択式問題による試験から見える高専生の現状と課題

富山正人\*1、高田功\*2、長岡耕一\*3、柳井 忠\*4 他10名

\*1 石川工業高等専門学校一般教育科、\*2 明石工業高等専門学校一般科目、

\*3 旭川工業高等専門学校一般理数科、\*4 新居浜工業高等専門学校数理科

日本数学教育学会高専・大学部会論文誌、第18号、59-74、(2011.12)

高専の数学教育における選択肢から正答を選ぶ方式の問題（選択式問題）の有用性を考察するため、平成21～22年度に筆者らの所属する12の高専で4回にわたって1～3年生を対象に、選択式問題による試験を実施した。本論文は、その結果から見えてくる学生の現状を考察し、選択式問題による試験の有用性を探るとともに、高専の数学教育における課題を述べたものである。選択式問題に着目した理由、研究の計画と方法を述べ、正答率から見える現状分析、いろいろな観点からの比較、応用力や思考力についての分析を行って課題を考察した。

## 大村 泰

### 磁界中の電気化学反応によるイオン流から生じる液回転によるフレミングの左手の法則の視覚化

矢野 潤\*1、小田健二\*2、則包小百合\*2、渡邊定和\*2、松田雄二\*3、大村 泰\*1

\*1 新居浜工業高等専門学校数理科、\*2 新居浜工業高等専門学校ものづくり教育支援センター技術室、

\*3 新居浜工業高等専門学校機械工学科

工学教育、59巻、第4号、pp.92-98、(2011.7)

〔 概要は前掲 〕

## 松田 一秀

### Rational Solutions of the Sasano System of Type $A^{(2)}_4$ ,

松田一秀\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

J. Phys. A: Math. Theor. **44** 405201 (20pp) (2011)

$A^{(2)}_4$  型のアフィン・ワイル群の対称性を持つ、笹野系と呼ばれる微分方程式系の有理関数解を、ベックルト変換を用いて完全に分類した。

## 松田 一秀

### Rational solutions of the Noumi and Yamada system of type A4(1)

松田一秀\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

J. Math. Phys. 53, 023504(35pp) (2012)

$A^{\{1\}}_4$  型のアフィン・ワイル群の対称性を持つ、野海山田系と呼ばれる微分方程式系の有理関数解を、ベックルト変換を用いて完全に分類した。この内容は

Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. Vol. 81, No. 5 (2005), 85-88.

において予告されていたものである。

## [ 区 分 B ]

## 柳井 忠

### 高専のテキストシリーズ 基礎数学

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2 ほかに4名編集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2、古城克也\*2 ほかに2名執筆

\*1 石川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、(2011.10)

新しい高専大学用の数学教科書として高専教員が執筆編集したもので、主として高専1年生を対象にしている。内容は第1章 数と式の計算、第2章 集合と論理、第3章 いろいろな関数、第4章 指数関数と対数関数、第5章 三角関数、第6章 平面図形、第7章 個数の処理、付録A 確率、付録B 補遺となっている。

## 柳井 忠

### 高専のテキストシリーズ 基礎数学問題集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2 ほかに4名編集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2、古城克也\*2 ほかに2名執筆

\*1 石川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、(2011.11)

新しい高専大学用の数学教科書として作られた教科書シリーズの「基礎数学」に沿った問題集で、主として高専1年生を対象にしている。高専教員が執筆編集を行った。基本的なA問題、応用的なB問題、編入学試験問題及びその類題のC問題に分かれている。

## 古城 克也

### 高専のテキストシリーズ 基礎数学

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2 ほかに4名編集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2、古城克也\*2 ほかに2名執筆

\*1 石川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、(2011.10)

[ 概要は前掲 ]

## 古城 克也

高専のテキストシリーズ 基礎数学問題集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2 ほかに4名編集

阿蘇和寿\*1、柳井 忠\*2、古城克也\*2 ほかに26名執筆

\*1 石川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、(2011.11)

[ 概要は前掲 ]

## [ 区 分 E ]

## 矢野 潤

Interesting electronic interaction between polyaniline and chloranil

J. Yano\*1, K. Okamoto\*2, K. Komaguchi\*2, Y. Harima\*2 and A. 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

Extended Abstracts of the 220th The Electrochemical Society Meeting and Electrochemical Energy Summit, Abstract No.2456 (2011).

Reduced polyaniline (PANI) showed a Nernstian response to dissolved chloranil (CHR), linear electrode potential- $\log[\text{CHR}]$  relationship. The anodic peak potential ( $E_{pa}$ ) of PANI in the cyclic voltammogram was directly proportional to  $\log[\text{CHR}]$ , *i. e.* linear  $E_{pa}$ - $\log[\text{CHR}]$  relationship. These linear relationships and the fact that the new absorption shoulder was evident at around 450 nm in the UV-visible absorption spectra implied that PANI incorporated with CHR. The measurements of the electron spin resonance (ESR) spectra and the magnetic susceptibility ( $\chi_g$ ) of the PANI incorporating CHR revealed that the incorporation magnetized PANI. No magnetic hysteresis loop was observed for the PANI, and it showed no ferromagnetic property. However, it had an unusual paramagnetic property because  $\chi_g$  was not inversely proportional to temperature. In addition, from the ESR spectra, the polaron species (cation radicals) of PANI are delocalized along the entire polymeric backbones.

## 矢野 潤

Electrochemical response of polyaniline film to several quinines and incorporation of the quinones into the polyaniline film

J. Yano\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

International Thin Films Conference (TACT), Abstract (electronic version), F20110516004 (2011).

A conductive polymer polyaniline (PANI) was easily prepared on the electrode surface as a stable film by electropolymerization of aniline in acidic solution. In McIlvain's buffer solution whose pH exceeded 4, no redox current of dissolved species was observed on the PANI-modified electrode because PANI acted as an electric insulator. Even in the less acidic solution, the redox current

of dissolved hydroquinone was evident. On the other hand, in the potential region greater than 0.7 V vs. Ag/AgCl, PANI acts as an electric insulator. Even in the electroinactive potential region, the redox current of the dissolved *p*-dimethoxybenzene was evident. These two electrochemical responses of PANI film-modified electrode are caused by a process that hydroquinone and *p*-dimethoxybenzene selectively permeates through the PANI film to reach the electrode substrate. The analyses of the rotating disk electrode (RDE) voltammograms using a PANI-modified RDE and steady-state current-potential curves using a PANI pellet electrode revealed that hydroquinone and *p*-dimethoxybenzene were concentrated in the PANI during the electro-oxidation. Furthermore, the concentration of hydroquinone and *p*-dimethoxybenzene increased the electric conductivity of PANI from  $6.50 \times 10^{-7}$  to  $2.73 \times 10^{-3}$  S/cm for hydroquinone and from 0.64 to 1.92 S/cm for *p*-dimethoxybenzene.

## 矢野 潤

### 絶縁性ポリアニリン膜被覆電極における選択的な溶存有機種の電極反応

矢野 潤\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

第62回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(新潟シンポジウム)講演要旨集, pp. 66-67 (2011)

pHが5の緩衝溶液中ではPANI(ポリアニリン)膜が絶縁体であるため、ほとんどの無機および有機レドックス種の電極反応はPANI膜被覆電極上で生じなかったが、ヒドロキノンの電極反応のみが選択的に生じた。また0.7V以上の電位領域でも、ほとんどの無機および有機レドックス種の電極反応はPANI膜被覆電極上で生じなかったが、*p*-DMBと*p*-メトキシフェノールの電極反応のみが選択的に生じた。pH5の緩衝溶液中でヒドロキノンを、0.1M硫酸水溶液中で*p*-DMBを、PANIペレット電極を用いて電解酸化したときの定常分極曲線を測定した。その結果、ヒドロキノンと*p*-DMBとも、酸化電流( $i_{ox}$ )はPANIペレット電極のペレット挿入部と同じ面積を有する白金電極で測定されたものに比べかなり大きくなっていることが分かった。これはヒドロキノンと*p*-DMBがPANI内に濃縮されたことを示している。これらの電解酸化を経験したPANIペレットの電気伝導度は、ヒドロキノンの場合は $6.50 \times 10^{-7}$ から  $2.73 \times 10^{-3}$  S/cmに向上し、*p*-DMBの場合は0.64から1.92 S/cmに向上した。これはおそらくヒドロキノンと*p*-DMBが適当なアクセプタとして機能し、PANIと電荷移動錯体を形成したものと考えられる。このアプローチはバイオセンサなどへのPANIの応用などに有望であると思われる。

## 大村 泰

### 錯覚と思い込みのふしぎ

大村 泰\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

新居浜生涯学習大学 新居浜高専市民講座 第1回 2011.5.21

人間の錯覚や思い込みについて取り上げた講演内容。はじめ、同じ長さが違って見える有名なミュラー・リヤー錯視をはじめとする角度や形状の錯視について説明し、さらに、色の錯視や止まっているものが動いて見える運動錯視について、プロジェクターにより実例を示しながら講演を行った。また、感覚の錯覚として「1kgの綿(わた)と1kgの鉄はどちらが重いでしょう？」という問いかけで、同じ重さなら体積の大きいものの方が軽く感じるという“シャルパンティエ効果”について実際にコインを使った体験実習を実施した。マッチ箱にコインを詰めたものの単品と、空箱2つの上にそれを載せて3つ一緒に持ち上げた場合に、3つ一緒の方が軽く、単品の方が重く感じるという体験に、会場では感嘆の声が上がってい

た。その他、玉子を砂糖水に浮かべる実験や、ヨーヨーを引っ張って手前に転がす実験など多くの演示実験を実施した。

## 三井 正

### 新居浜高専における教育用電子計算機システムの更新

先山卓朗\*、栗原義武\*、占部弘治\*、三井 正\*

\*新居浜工業高等専門学校情報教育センター

高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集、第31号、pp.225-227 (2011.8)

新居浜高専においては平成22年度末にかけて教育用電子計算機システムの更新を行った。前回の更新で、学生アカウントの統合を行い、4つの情報処理演習室すべてを利用できるようにする構成、ものづくり教育を支援するためのデジタルエンジニアリング環境の充実、情報処理演習室の管理作業の軽減を進めてきたが、今回、全学的なマスタープランに含めることにより、さらなる充実を図った。

## 原田 潤平

### ハードコア相互作用するボース粒子系における対称性の自発的破れと超流動ヘリウム4への応用

原田潤平\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

応用物理学会中国四国支部、日本物理学会中国支部・四国支部、日本物理教育学会中国四国支部、2011年度支部学術講演会、2011年7月

対称性の自発的破れにもとづいて、ハードコア相互作用するボース粒子系の2次相転移温度の表式を導出し、転移温度が3つのパラメータ(ボース粒子の質量、粒子数密度、ボース粒子の硬殻直径)だけで決まっていることを示す。得られた転移温度の表式を液体ヘリウム4に適用すると、2次相転移温度の理論値は2.19Kとなり、 $\lambda$ 温度の実験値と1%以下の精度で一致する。さらに、絶対零度におけるロトンのエネルギーギャップを計算し、エネルギーギャップと $\lambda$ 温度の比が4であることを示す。この比から得られるロトンのエネルギーギャップの値は、絶対零度において8.707Kとなり、実験から得られた値8.712Kとのずれは0.1%以下であることを示す。最後に、フォノンの音速が従来無関係と考えられてきたロトンの質量に依存していることを報告する。

## 原田 潤平

### 超時空における回転対称性とAdS代数

原田潤平\*

\*新居浜工業高等専門学校数理科

応用物理学会中国四国支部、日本物理学会中国支部・四国支部、日本物理教育学会中国四国支部、2011年度支部学術講演会、2011年7月

超対称性理論におけるフェルミ的自由度を持つマヨラナスピノール空間における回転対称性について調べ、4成分マヨラナスピノール空間における回転対称性が、4次元のAdS代数と等価であることを示す。さらに、並進対称性も加えることで、超対称AdS代数が得られることを報告する。この方法は、超重力理論で重要となる超対称AdS代数、素粒子物理学で重要な超対称ポアンカレ代数を導く方法としては新規な方法で、かつ最も簡単な方法である。