

[招待講演] フレーザー・ウィルコックス錯視族の現象とモデル

北岡 明佳[†]

[†]立命館大学文学部 〒603-8577 京都市北区等持院北町 56-1

E-mail: [†]akitaoka@lt.ritsumei.ac.jp

あらまし 筆者の作品「蛇の回転」はフレーザー・ウィルコックス錯視を最適化した（と筆者が考えた）錯視を応用したものである。ところが、「最適化したフレーザー・ウィルコックス錯視」にはいろいろなサブタイプが見つかり、色が重要な役割を果たすことや、低輝度の時に錯視量の多いタイプが見つかるなど、単一の錯視であるという考え方が揺れている。本講演では、これらの「フレーザー・ウィルコックス錯視族」について、これまでにわかった現象的性質を明らかにし、いくつかのモデルを考察する。

キーワード 錯視, フレーザー・ウィルコックス錯視, 蛇の回転, 運動視, 色, 輝度

The Fraser-Wilcox illusion group

— Its phenomena and models —

Akiyoshi KITAOKA[†]

[†] Faculty of Letters, Ritsumeikan University, 56-1 Toji-in Kitamachi, Kita-ku, Kyoto, 603-8577 Japan

E-mail: [†]akitaoka@lt.ritsumei.ac.jp

Abstract The Fraser-Wilcox illusion group includes a variety of motion illusions including “Rotating snakes”. In this group, color plays a part as well as does luminance. Some ideas to explain these illusions are discussed.

Keyword Illusion, Fraser-Wilcox illusion, Rotating snakes, motion, color, luminance

1. フレーザー・ウィルコックス錯視

歴史的には、静止画が動いて見える錯視の研究の系統は3本あると筆者は考えている。1つはオプアート系統、もう1つはオオウチ錯視やピンナ錯視の系統、残りの1つがフレーザー・ウィルコックス錯視の系統である[1][2]。

フレーザー・ウィルコックス錯視とは、明暗の輝度勾配のある領域を鋸波状に並べると、そのパターンが「暗→明」の方向に動いて見える錯視、あるいは「明→暗」の方向に動いて見える錯視が周辺視で見える、という現象である(Fig.1)。オリジナルの論文[3]では、どちらの錯視が見えるかということは遺伝的にコントロールされていると主張している。

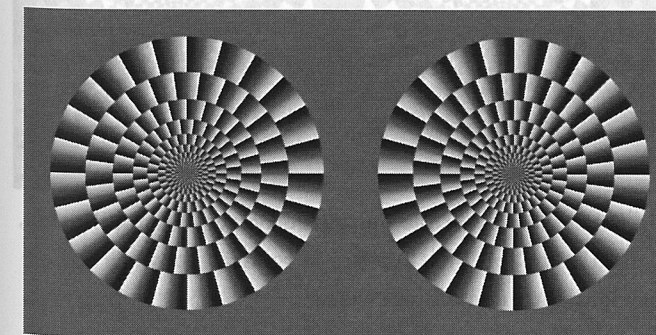


Fig.1 An example of the Fraser-Wilcox illusion.

2. フレーザー・ウィルコックス錯視の最適化

Fig.1ではディスクの回転方向は観察者や観察条件によって異なるが、これを一定方向に回転して見えるよう変形することができる。輝度勾配の外側領域をそれよりも明るくすると、「暗→明」の方向に動いて見える錯視が観察しやすくなる(Fig.2)。同様に、輝度勾配の外側をそれよりも暗くすると、「明→暗」の方向に動いて見える錯視が観察しやすくなる(Fig.3)。これらの2つの性質を合わせて作成した錯視図がFig.4で、錯視が強くなる。これは、「暗→明」の錯視と「明→暗」の錯視が加算したためと考えられる。

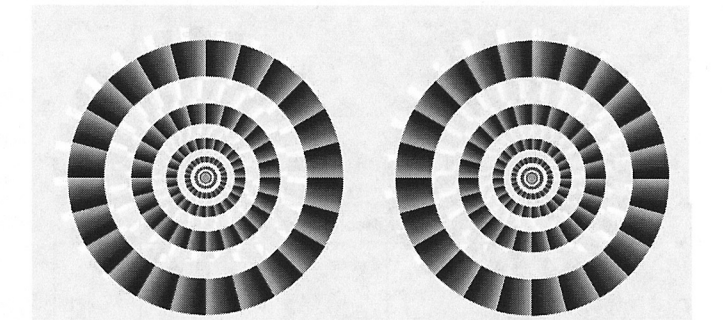


Fig.2 An example of the dark-to-light version. The left rings appear to rotate clockwise while the right ones counterclockwise.

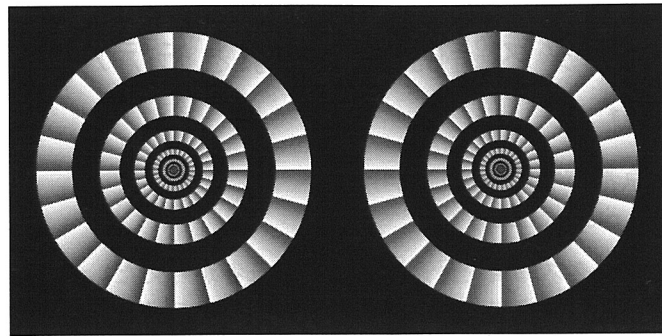


Fig.3 An example of the light-to-dark version. The left rings appear to rotate counterclockwise while the right ones clockwise.

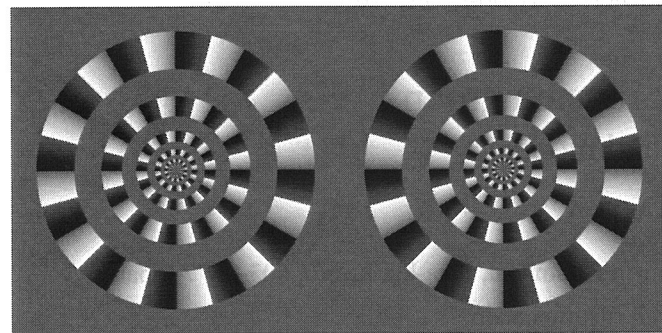


Fig.4 An example of the integrated version. The left rings appear to rotate clockwise while the right ones counterclockwise.

Fig.4は「黒→濃い灰色→白→薄い灰色→黒、以下繰り返しの方向に動いて見える」と表現することもできる。この法則に従うと、輝度勾配刺激以外に、ステップ状の輝度配列でも錯視を作り出すことができる。

Fig.5は2003年に我々が提出した最初のバージョンである[4]。Fig.6は黒と白の領域が狭いバージョンで、便宜上タイプIIと呼んでいる[5]。タイプIIには灰色の領域の方が狭いバージョンもある。筆者は作品「蛇の回転」(2003年制作)(Fig.7)をタイプIIに分類している。なお、本稿では、タイプIはFig.4に表現されている。

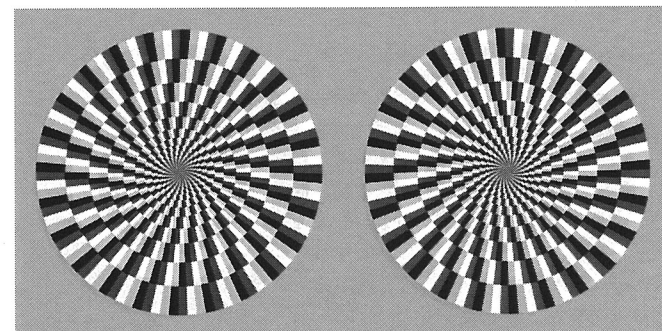


Fig.5 An example of our first version of the “optimized Fraser-Wilcox illusion”. The left disk appears to rotate counterclockwise while the right one clockwise.

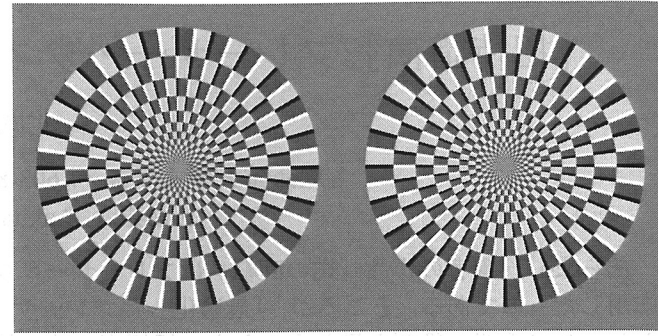


Fig.6 An example of the optimized Fraser-Wilcox illusion, Type II. The left disk appears to rotate clockwise while the right one counterclockwise.

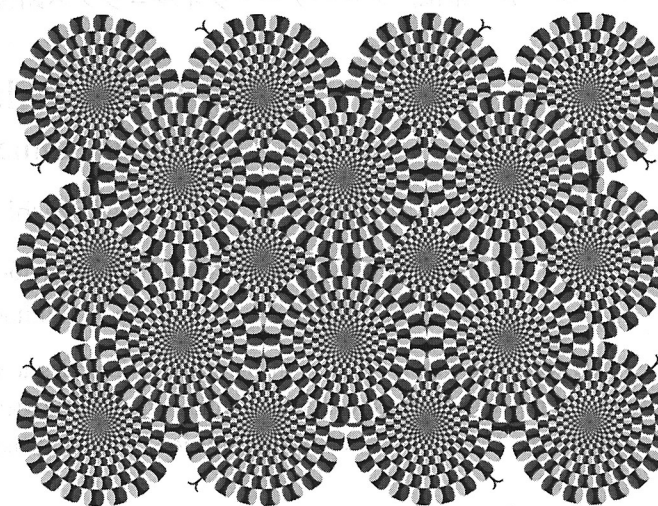


Fig.7 “Rotating snakes.” Each disk appears to rotate.

そのほか、筆者はタイプIII(Fig.8)とタイプIV(Fig.9)を区別している[2][6]。それぞれのタイプには「暗→明」の方向に動いて見える錯視と「明→暗」の方向に動いて見える錯視がある。これらの基本要素をFig.10に示した。タイプIは輝度勾配、タイプIIは3つの領域の接続、タイプIIIは2つの領域の接続、タイプIVは領域の境界の輝度勾配に特徴づけられている。

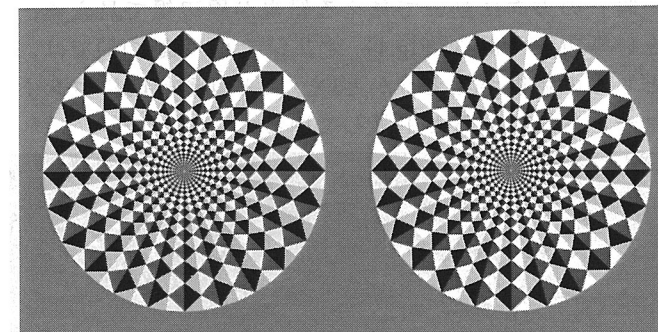


Fig.8 An example of the optimized Fraser-Wilcox illusion, Type III. The left disk appears to rotate clockwise while the right one counterclockwise.

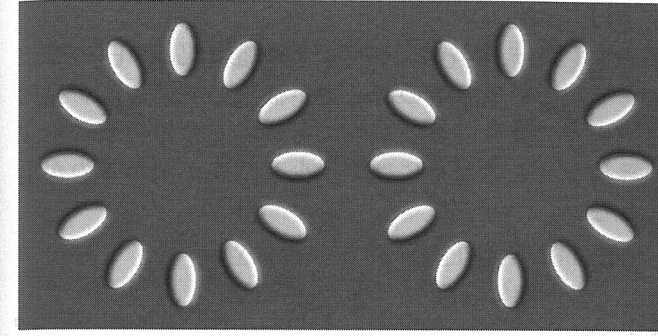


Fig.9 An example of the optimized Fraser-Wilcox illusion, Type IV. The left ring appears to rotate clockwise while the right one counterclockwise.

	Dark to light	Light to dark	Luminance profiles
Type I			
Type IIa			
Type IIb			
Type III			
Type IV			

Fig.10 A classification of the optimized Fraser-Wilcox illusion.

3. フレーザー・ウィルコックス錯視における色の効果

これらフレーザー・ウィルコックス錯視族は運動視の錯視である。運動視と色覚は脳では独立に処理されると考えられるから、これらの錯視に色はあまり影響しないと予想するべきところであるが、実際には色は促進的影響を及ぼす。「暗→明」のパターンに青あるいは赤を着色する場合と、「明→暗」のパターンに黄あるいは緑を入れる場合にその効果は著しい。Fig.11(筆者の「タイムトンネルショー」という作品)ではタイ

プIの「暗→明」の輝度勾配パターンを「黒→マゼンタ」とし(マゼンタは青と赤の混色)、「明→暗」の輝度勾配パターンを「黄→暗い黄」として、大きい錯視量を得ている[2][6]。なお、本誌はカラー印刷ではないので、この色の効果は別途確認して頂きたい[7]。

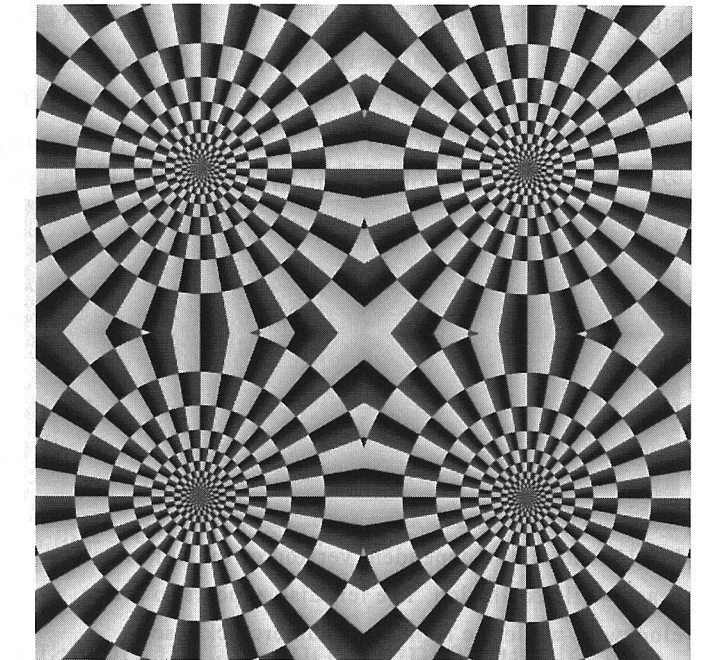


Fig.11 An example of enhancement effect of color on the illusion. Counterclockwise rotation is observed in the upper-left and lower-right areas. Clockwise rotation is observed in the upper-right and lower-left areas.

プレーター・ウィルコックス錯視における色の効果にはもう一種類ある。赤を基調としたパターンに青の変調をかけてできるパターンである。「紫→明るい紫→明るい赤紫→赤→紫、以下繰り返しの方向に動いて見える」と表現することもできる。ただし、紫が最も暗く、明るい紫、赤、明るい赤紫の順に明度が高くなる必要がある(Fig.12)[8][9]。この色バージョンによる錯視「赤いフレーザー・ウィルコックス錯視」は、サッカー、まばたき、フリッカーなどの視覚的リフレッシュにトリガーされるかのように起こるとい特徴がある。

“A classification of the optimized Fraser-Wilcox illusions Type V” (Version May 20, 2012)

	Dark to light	Light to dark	Luminance profiles	Examples
Type V				

Fig.12 Enhancement effect of color on the optimized Fraser-Wilcox illusion depending on red and blue.

4. フレーザー・ウィルコックス錯視における輝度の効果

フレーザー・ウィルコックス錯視族は輝度が高く、パターンコントラストが高い方が錯視量が多いと報告されてきた[10][11]。しかし例外が2つある。1つはFig.12に示した「赤いフレーザー・ウィルコックス錯視」であり、もう一つは暗い画像で見られる錯視である[9]。明と暗の2領域が接するエッジがあり、そのエッジの端の外側の領域の輝度が明と暗の間の場合、明領域から暗領域の方向に動いて見える (Fig.13)。

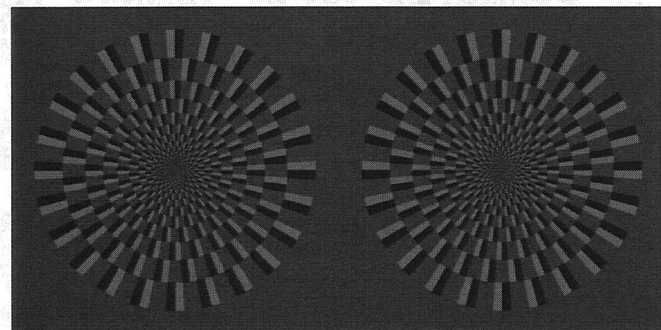


Fig.13 A darkness-dependent version of the optimized Fraser-Wilcox illusion. The left disk appears to rotate clockwise while the right one counterclockwise.

5. フレーザー・ウィルコックス錯視を説明するモデル

フレーザー・ウィルコックス錯視の現象の知見は、本稿で省略したものも含めて多岐に渡るため、これらを無理なく説明できる決定的なモデルがあると筆者は認識していない。以下に簡単に諸モデルを紹介する。

1つは「時間差説」である。輝度コントラストが高い領域は低い領域よりも時間的に先に知覚される[12]。「黒→濃い灰色→白→薄い灰色→黒、以下繰り返しの方向に動いて見える」という法則の中の「黒→濃い灰色」と「白→薄い灰色」の部分は、「高コントラスト→低コントラスト」に相当するとみなすことができる。すなわち、この順にパターンが見えてくるタイミングがずれ、その仮現運動によって錯視が見えるとする仮説である[13][14]。

もう1つは「運動信号差分説」である。眼球の固視微動によって、たとえば「黒→濃い灰色」の方向に網膜像が動く場合もあれば「濃い灰色→黒」の方向に動く場合もあるが、前者が出す運動信号が後者よりも多いと仮定するモデルである[15]。このモデルではドリフトを錯視的運動信号の供給源と推定しているが、マイクロサッカードの重要性を指摘する研究もある[16]。

その他、いろいろな観点に基づく数理モデルが提唱されている[17][18]。

6. おわりに

「フレーザー・ウィルコックス錯視族は単一の錯視である」という筆者の考え方が揺らいでいる。新型錯視が次々に発見されるからである。この錯視族に一定の評価を与えるためにはもう少し時間がかかるのかもしれない。

文 献

- [1] A. Kitaoka, and H. Ashida, A variant of the anomalous motion illusion based upon contrast and visual latency, *Perception*, 36, 1019-1035, 2007.
- [2] 北岡明佳, 錯視入門, 朝倉書店, 2010.
- [3] A. Fraser and K. J. Wilcox, Perception of illusory movement, *Nature*, 281, 565-566, 1979.
- [4] A. Kitaoka and H. Ashida, Phenomenal characteristics of the peripheral drift illusion, *VISION*, 15, 261-262, 2003.
- [5] A. Kitaoka, Anomalous motion illusion and stereopsis, *Journal of Three Dimensional Images*, 20(4), 9-14, 2006.
- [6] 北岡明佳, 人はなぜ錯視にだまされるのか? トリック・アイズ メカニズム, カンゼン, 2008.
- [7] <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/timetunnels.jpg>
- [8] <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/OFWtypeV.html>
- [9] A. Kitaoka, The Fraser-Wilcox illusion and its extension, in *Oxford Compendium of Visual Illusions*, eds. A. Shapiro and D. Todorović, Oxford University Press, Oxford, in press.
- [10] G. Naor-Raz, and R. Sekuler, Perceptual dimorphism in visual motion from stationary patterns, *Perception*, 29, 325-335, 2000.
- [11] R. Hisakata, and I. Murakami, The effects of eccentricity and retinal illuminance on the illusory motion seen in a stationary luminance gradient, *Vision Research*, 48, 1940-1948, 2008.
- [12] A. Kitaoka, and H. Ashida, A variant of the anomalous motion illusion based upon contrast and visual latency, *Perception*, 36, 1019-1035, 2007.
- [13] B. T. Backus, and İ. Oruç, Illusory motion from change over time in the response to contrast and luminance, *Journal of Vision*, 5, 1055-1069, 2005.
- [14] R. B. Conway, A. Kitaoka, A. Yazdanbakhsh, C. C. Pack, and M. S. Livingstone, Neural basis for a powerful static motion illusion, *Journal of Neuroscience*, 25, 5651-5656, 2005.
- [15] I. Murakami, A. Kitaoka, and H. Ashida, A positive correlation between fixation instability and the strength of illusory motion in a static display, *Vision Research*, 46, 2421-2431, 2006.
- [16] J. Otero-Millan, S. L. Macknik, and S. Martinez-Conde, Microsaccades and blinks trigger illusory rotation in the "Rotating Snakes" illusion, *Journal of Neuroscience*, 32, 6043-6051, 2012.
- [17] C. Fermüller, H. Ji, H., and A. Kitaoka, Illusory motion due to causal time filtering, *Vision Research*, 50, 315-329, 2010.
- [18] M. Idesawa, A model of illusory motion perception in still figures, *Optical Review*, 17, 557-561, 2010.

カイコガ触角葉における匂い情報のポピュレーションコーディング

小林 亮太[†] 藤森 俊一[†] 並木 重宏^{††} 神崎 亮平^{††} 北野 勝則[†]
西川 郁子[†]

[†]立命館大学 情報理工学部 知能情報学科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1
^{††}東京大学 先端科学技術センター 〒153-8904 東京都 目黒区駒場 4-6-1
E-mail: [†]{kobayashi,fujimori}@cns.ci.ritsumei.ac.jp, ^{††}namiki@brain.imi.i.u-tokyo.ac.jp,
^{†††}kanzaki@rcast.u-tokyo.ac.jp, ^{††††}{kitano,nishi}@ci.ritsumei.ac.jp

あらまし 昆虫の嗅覚系は、哺乳類に比べて神経細胞の数が圧倒的に少ないため、嗅覚情報処理機構を研究するためのモデル動物として精力的に研究されている。昆虫脳では、触角葉神経回路において匂い情報の処理が行われており、触角葉は嗅球と機能的に同一であると考えられている。本研究では、カイコガ (*B. mori*) に3種類の匂い物質を投与し、匂い刺激時の触角葉投射神経細胞のスパイク応答を記録し、神経細胞の匂い情報表現について解析した。まず、投射神経細胞のスパイク応答の匂い選択性について解析した。この結果、多くの細胞は複数の匂い物質に応答し、1つの匂い物質に選択的に応答する神経細胞は非常に少ないことがわかった。次に、匂い刺激物質を推定 (Decoding) した。この結果、少数の細胞からでも匂い物質を識別可能であることが明らかになった。

キーワード 嗅覚系, 触角葉, ポピュレーションコーディング, ポピュレーションベクトル法

Population coding of odorant information in the moth antennal lobe

Ryota KOBAYASHI[†], Shun-ichi FUJIMORI[†], Shigehiro NAMIKI^{††}, Ryohei KANZAKI^{††},
Katsunori KITANO[†], and Ikuko NISHIKAWA[†]

[†] Department of Human and Computer Intelligence, Ritsumeikan University
1-1-1, Noji-Higashi, Kusatsu, Siga 525-8577, JAPAN

^{††} Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo
4-6-1, Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 153-8904, Japan

E-mail: [†]{kobayashi,fujimori}@cns.ci.ritsumei.ac.jp, ^{††}namiki@brain.imi.i.u-tokyo.ac.jp,
^{†††}kanzaki@rcast.u-tokyo.ac.jp, ^{††††}{kitano,nishi}@ci.ritsumei.ac.jp

Abstract Due to the simplicity of the brain anatomy and similarity to vertebrates, insect is a model animal for investigating olfactory systems. The antennal lobe is a first olfactory relay in the insect olfactory system, which is functionally and anatomically equivalent to the mammalian olfactory bulb. In this study, we examined the encoding and decoding of odorants by neurons in the antennal lobe in the silkworm olfactory system. Three kinds of odorants are stimulated to silkworms and the responses of the antennal lobe projection neurons (PNs) are recorded intracellularly. First, the odor selectivity of PNs was analyzed. Most neurons responds to more than two odorants and a few neurons respond to a specific odor. Second, we decode odorant identity from the firing rates of the PNs using an extension of the population vector method. The results show that a few PNs can discriminate the odorants accurately.

Key words olfactory system, antennal lobe (AL), population coding, population vector method

電子情報通信学会学生員になろう

君の将来は学会で始まる！ 今すぐ入会しよう！

違う学校の同じ分野、
違う地域の同じ世代との交流をはかろう!!

入会金は不要、年会費わずか4,500円!!

その後、正員へ昇格しても自動的に2年間の会費は13,000円のところ、半額(6,500円、但し博士課程修了は除く)

— 学生員特典 —

情報にあふれる学会誌(冊子体)と、1ツサイエティの和・英論文誌(オンライン版)が購読可能

本会ドメイン名のメールアドレス(@m.ieice.org)を取得することでメール転送サービスが利用可能

本会発行図書
を会員特
価で購入

支部における自主企画による各種の“学生会活動”(研究発表、シンポジウム、講演会、見学会等の開催)への参加

ホテル、レンタカー、旅行等の割引

学会のシンポジウム、講演会、見学会等に、低料金または無料で参加

研究会、大会などにおいて論文の発表および聴講

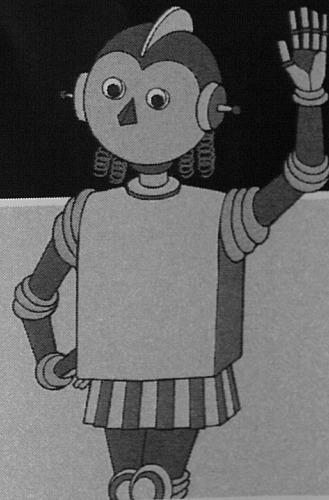
大会聴講
が無料

入会の詳細につきましては、ホームページをご覧ください。

IEIC 社団法人 電子情報通信学会
サービス事業部 会員課

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内
TEL (03)3433-6691 FAX (03)3433-6659

E-mail kaiin@ieice.org <http://www.ieice.org>



IEICE

電子情報通信学会技術研究報告

IEICE Technical Report

NC2012-13 - NC2012-35

ニューロコンピューティング

Neurocomputing

2012年7月30日～31日

July 30-31, 2012



一般社団法人

電子情報通信学会

The Institute of Electronics, Information
and Communication Engineers

<http://www.ieice.org/>

北岡