

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 6 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501214

研究課題名(和文)心理尺度を取り入れたモチベーション向上のための教室空間の研究

研究課題名(英文) A study of classroom space for improvement of students' motivation using psychological assessment

研究代表者

土肥 紳一 (DOHI, SHINICHI)

東京電機大学・情報環境学部・教授

研究者番号：00227703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：受講者のモチベーションを高めるために、SIEMを提案し、SIEMアセスメント尺度を開発した。SIEMアセスメント尺度の活用によって学生個々のモチベーションを追跡し、教室における着席位置から、教室内のモチベーション分布を分析する。教室空間内の照明の色や香りは、受講者のモチベーションに影響を与えていることが考えられる。覚醒作用のある香りを教室内に噴霧し、その効果を分析する。さらに照明の色の効果を分析する。学生の個性を調査する目的で、エゴグラムを導入する。エゴグラムとモチベーション分布の情報を組み合わせることによって、学生の個性を尊重した、学習しやすい香り、照明の配色、教室形状を探る。

研究成果の概要(英文)：In order to improve students' motivation, we proposed the SIEM which is the education method for the introduction to the computer programming education, and we developed the SIEM assessment standard. This previous research is tracking of students' motivation by using the SIEM assessment standard, and is analyze the distribution of students' motivation in the classroom from students' position in the classroom. It is thought that the color of lighting and aroma in the classroom influences some effect of students' motivation. This research analyze the effect of the atomization of aroma with awakening property to classroom, and analyze the effect of lighting color property to classroom. Also the egogram is used to investigate student property. We analyze relation of students' egogram and motivation in the classroom by using students' egogram data and motivation data, and researches the best condition of aroma, lighting color and classroom type which students are able to learn easily.

研究分野：教育工学

キーワード：モチベーション プログラミング入門教育 授業評価 教室環境 教育工学 工学教育 FD SIEM

1. 研究開始当初の背景

ゆとり世代が大学へ入学するようになり、学習意欲(モチベーション)の喚起がマスコミでも問題として取り上げられるようになった。この問題を解決するために、先行研究ではプログラミング入門教育を対象とした教授法 SIEM(ジーム)と SIEM アセスメント尺度を開発した。この継続的な実践により、受講者の学習意欲を高い状態に維持できるようになり、成績とも弱いながら正の相関が確認された。教育効果を客観的に示すことは難しいが、SIEM の導入によって学生のモチベーションを教育効果として示せるようになった。さらにモチベーションを向上するためには、教室空間自体にも着目する必要がある。

2. 研究の目的

表 1 に示す SIEM アセスメント尺度の活用によって、学生個々のモチベーションを追跡し、教室内における着席位置から、教室内のモチベーション分布を分析する。覚醒作用のある香りを発生し、その効果を分析する。教室内の空気(温度、湿度、二酸化炭素濃度)を測定し、モチベーションとの関係を探る。さらに照明の色による効果を分析する。代表的な教室形状は講義形式やグループ学習形式等を対象に測定する。本研究は、教室空間内の受講者、教員、教材提示装置の配置に、教室内の照明の色や香り等を加え、受講者のモチベーションの向上を目的とする。

3. 研究の方法

学習意欲の低下は、眠気が原因の一つとして考えられる。覚醒作用のある香りを香り発生装置から噴霧し、モチベーションのモニタリングを行う。また、二酸化炭素濃度の増加も眠気を誘う原因となるため、その濃度を計測し、香りの効果と合わせて分析する。さらに、照明の色とモチベーションの関係を探るため、赤、青、緑などの照明を準備し、教室内の既存の照明に加えて照射する。モチベーションの測定は、授業を前期、中期、後期の3つに分割し、先行研究で開発した SIEM アセスメント尺度を活用しながら、アンケート調査する。学生が着席している位置と収集したモチベーションのデータから、教室内におけるモチベーション分布を分析する。エゴグラムを活用したデータ分析を行い、パス図の導入によって、その構造を可視化する。

4. 研究成果

(1) 香りが与える効果

覚醒作用を有し、かつ精神的疲労にも効果的とされるペパーミント精油を用いてモチベーション向上を企図した PC 教室環境の改善について検討を行った。その結果、濃度 15% のペパーミント精油による教室環境は、ディスプレイ作業時の作業効率を向上させ、熱中度、やる気度、集中度といったモチベーションの向上が認められたものの、その反動

表 1 SIEM アセスメント尺度

| 因子 1 : 授業構成因子 | |
|------------------|-------------------------------------|
| (1) 成功機会度 | 授業中にできた・わかったという実感がありますか。 |
| (2) 親性度 | 授業の内容は親しみやすいですか。 |
| (3) 愉楽度 | このプログラミングの授業は楽しいと思えますか。 |
| (4) 理解度 | このプログラミングの授業は理解しやすいですか。 |
| (5) 知覚的喚起度 | 自分が入力したプログラムの動作結果を見るのは楽しいですか。 |
| (6) 意義の明確度 | 授業の意義や目的がはっきりしていますか。 |
| (7) 好奇心喚起度 | 授業では好奇心を刺激されま |
| 因子 2 : 自発性因子 | |
| (8) 将来への有用度 | 将来に役立つと思えますか。 |
| (9) 向上努力度 | もっとプログラミングの勉強を努力しようと思えますか。 |
| (10) 自己コントロール度 | 授業で学習したことを基にして、自分で工夫し勉強してみようと思えますか。 |
| (11) 自己目標の明確度 | 自分の到達すべき学習の目標がはっきりしていますか。 |
| 因子 3 : 双方向性因子 | |
| (12) コミュニケーション度 | 授業中、学生・教員などとのコミュニケーションはありますか。 |
| (13) 所属集団の好意的反応度 | 教員やクラスのメンバーは好意的ですか。 |
| (14) コンテンツの合致度 | 演習問題などは授業内容と一致していますか。 |
| 因子 4 : 参加性因子 | |
| (15) 参加意欲度 | 休まずに出席しようという意欲が起こる授業ですか。 |
| (16) 参加積極度 | 授業での自分の参加態度は積極的ですか。 |
| モチベーション評価項目 | |
| (17) 重要度 | プログラミングを学習することは重要だと思えますか。 |
| (18) 現状認知度 | 現在の時点で、プログラミングの知識・技術は身につけていると思えますか。 |
| (19) 期待度 | もっとプログラミングの知識や技術を高めたいと思えますか。 |

による心理的負担や眠気が生じやすくなることも明らかとなった。その要因として、香りが強すぎたことが挙げられる。そこで濃度を 10% に下げたペパーミント精油の香りによる環境がモチベーション向上に与える影響を検討した。試料精油は、ペパーミント精油(Mentha piperita. 原産国フランス. 抽出部位: 全草, 抽出方法: 水蒸気蒸留法)を 10% 濃度に希釈し使用した。呈示方法は超音波式

アロマ・ディフューザーを用いて PC 教室全体に香りの拡散を行う。

モチベーションについては、VAS (Visual Analog Scale)による主観的心理評価により、熱中度、やる気度、集中度、退屈度、いらら度、疲労度、能率度、眠気度の8項目を授業開始時と終了時に評価する。加えて濃度10%ペパーミント精油呈示条件では、香りの嗜好性と強度についてVASによる主観的心理評価を行う。各条件とも騒音レベルは58db-63dbで、一般的な授業レベルであった。嗅覚刺激のないコントロール条件の結果を図1に示す。t検定の結果、全項目で有意差は認められなかった。濃度10%のペパーミント精油呈示条件の結果を図2に示す。香りの呈示は臭気度20を目安に、20分間呈示された。t検定の結果、熱中度は授業開始時(M47.5±SD18.2)に比べ、終了時(M52.2±SD20.6)には5%水準で有意に上昇した。濃度10%のペパーミント精油によるPC教室環境では、熱中度が向上すること、いらら感といった心理的負担や眠気が生じないことが判明した。

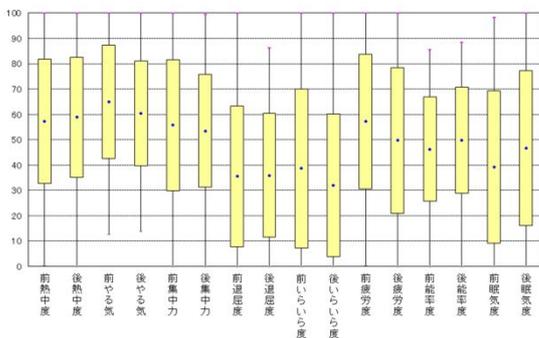


図 1 香りを発生する前の状況

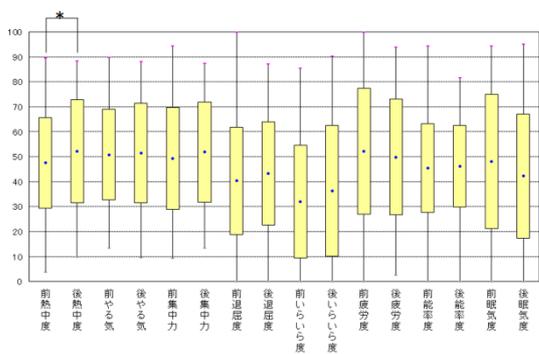


図 2 香り発生後の状況

(2) 二酸化炭素濃度

受講者数の多い教室では、二酸化炭素濃度の上昇が発生する。二酸化炭素濃度の基準値は、文部科学省の基準値が1500ppm、厚生労働省の基準が1000ppmとされている。一般的に二酸化炭素濃度が1000ppmを超えると、眠気等の症状を誘発すると言われている。図3は、ある教室の空気を測定した結果である。

緑色が二酸化炭素濃度を、青色が湿度を、赤色が気温を示している。1000ppmは、赤い線に表示した。この授業では、二酸化炭素濃度が4224ppmまで急激に増加し、数値の異常を検出し、窓やドアの解放によって急遽換気を行った。換気の効果により、二酸化炭素濃度は急激に低下している。雨天や強風などの自然現象を考慮すると、空調の換気機能が欠かれない。換気機能が十分に機能している教室では、1000ppmを超えないように制御されている。この結果を図4に示す。

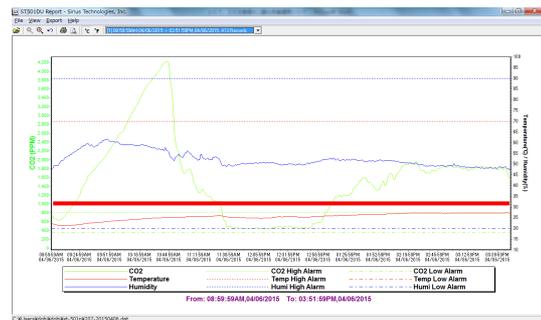


図 3 二酸化炭素濃度(空調換気機能無)

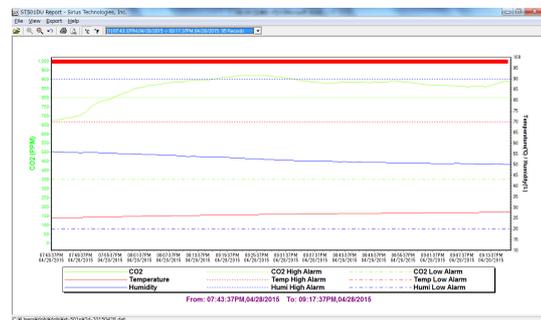


図 4 二酸化炭素濃度(空調換気機能有)

(3) 照明の効果

蛍光灯による直接照明環境と、橙色間接照明環境の一時的気分の各項目の結果(平均値)を図5に示す。t検定の結果を図6に示す。緊張(蛍光灯:31.2±19.0, 橙色間接照明:40.5±19.2, t(83)=-3.99, p<0.01)、活



図 5 照明の効果

気(蛍光灯: 33.3 ± 18.3 , 橙色間接照明: 49.0 ± 22.0 , $t(83)=-6.17$, $p<0.01$), 疲労(蛍光灯: 40.9 ± 22.3 , 橙色間接照明: 33.7 ± 22.1 , $t(83)=3.43$, $p<0.01$)の各気分¹に1%水準で有意差が認められた。

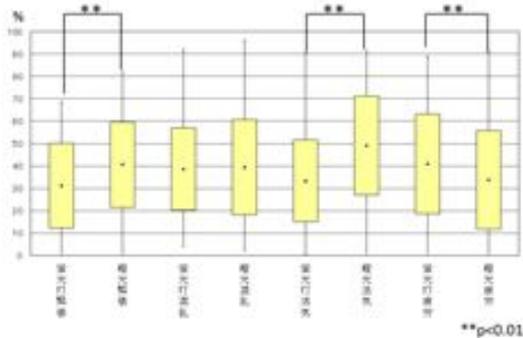


図 6 照明の効果

今回の結果から1分間という短時間にもかかわらず、橙色間接照明は緊張感と活気を高め、疲労感を低下させることが判明した。橙色間接照明環境を短時間でも取り入れることでモチベーションの向上が期待される。教室内外の一部コーナーに橙色間接照明を設置し、休憩時間帯などに学習者の気分をリフレッシュさせる活用方法も考えられる。今後は、実際の授業場面や休憩時間帯での活用を想定した検証を行う必要がある。

(4) SIEM式エゴグラムによる測定結果

SIEM式エゴグラムは、エリック・バーンの交流分析(TA理論)を基に、今回の目的に適するよう質問項目を検討した上で作成した。性格特性要素の特徴を表2に示す。

表 2 エゴグラム性格特性要素

| | プラスの側面 | マイナスの側面 |
|----|---------------------------------------|---|
| CP | 良心的である 道徳的である 責任感が強い 秩序を守る | 支配的である 独断と偏見 排他的である 頑固である |
| NP | 共感性が高い 同情的である 相手を認める 保護, 育成的 | 甘やかす 自主性を損なう 干渉的, お節介 押しつけがましい |
| A | 理性的である 沈着冷静 合理的である 現実的である | 打算的である 無表情, 冷酷 機械的である 感情欠如 |
| FC | 天真爛漫 好奇心が強い 創造的である 直感的判断 | 自己中心的 自分勝手 感情的である 反抗的, やんちゃ |
| AC | 慎重で用心深い 協調的で従順 我慢強い 謙虚である | 気を使いすぎる 妥協的である 敵意をかくす いじけがちである |

性格特性と学習モチベーションの構造分析の結果を図7に示す。なお、SIEM式エゴグラム中、虚構尺度得点が著しく高い対象者は、妥当性が低いため除外した。当該分析の結果、以下の～の傾向が判明した。

性格特性のACは、前期モチベーション($=0.46$, $R^2=0.22$)と、中期モチベーション($=0.38$, $R^2=0.18$)に対して、それぞれ1%水準で正の有意な影響力を持っていた。すなわち、性格特性のACが高いと、前期・中期モチベーションは高くなる傾向が認められた。

性格特性のCPとAには、1%水準で正の有意な相関関係($r=0.43$)があった。

性格特性のCPとFCには、1%水準で正の有意な相関関係($r=0.46$)があった。

前期モチベーションと中期モチベーションには、1%水準で正の有意な相関関係($r=0.47$)があった。

中期モチベーションと後期モチベーションには、1%水準で正の有意な相関関係($r=0.61$)があった。

標準化偏回帰係数(β):説明変数がどの程度、目的変数(MV)に影響を及ぼしているかを示す値.決定係数(R²):寄与率.解析された内容の説明力を示す値.2)ピアソンの積率相関係数(r):相関関係を示す値.

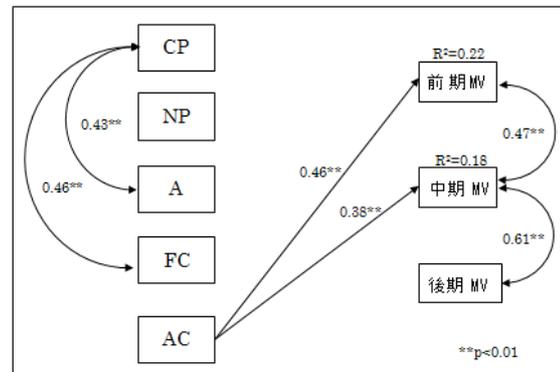


図 7 性格特性とMV構造分析結果

各学習者の性格特性がどのような相対的位置にあるのかを分析するため、性格特性の構成要素の素点を標準化得点(T-score)に換算する。T-scoreは、平均が50、標準偏差が10の正規分布に近似するように素点分布を変換するものであり、以下の公式で求める。

$$T\text{-score} = 50 + 10(\text{素得点} - \text{平均値}) / \text{標準偏差}$$

学習時の教室内座席位置・モチベーション・性格特性について、前期・中期・後期の結果を述べる。なお、各図において、性格特性要素のうちT-scoreが60以上のものを下記のように色分けした。

- 桃色: CP リーダー性が高い
- 緑色: NP 支援性・共感性が高い
- 水色: A 合理性が高い
- 黄色: FC 創造性が高い
- 橙色: AC 協調性が高い

また、学習時の教室内座席位置とモチベーションについて、学習テーブル(A~H)間でモチベーションに差があるのか、Scheffe 多重比較検定により検討した。前期学習時の教室内座席位置・前期モチベーション値・性格特性を図 8 に示す。対象者は 49 名(教室内座席位置・前期モチベーション値・性格特性に欠損がないのは 38 名)だった。教室内座席位置と前期モチベーションについて、各学習テーブル(A~H)間でモチベーションに差があるか検討した結果、有意差は認められなかった。

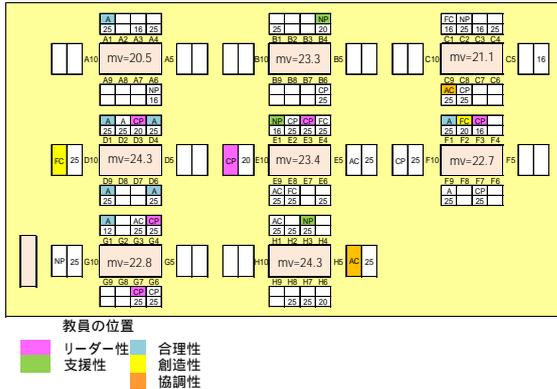


図 8 学習時の教室内位置(前期)

中期学習時の教室内座席位置・中期モチベーション値・性格特性を図 9 に示す。対象者は 54 名(教室内座席位置・中期モチベーション値・性格特性に欠損がないのは 43 名)だった。教室内座席位置と中期モチベーションについて、各学習テーブル(A~H)間でモチベーションに差があるか検討した結果、有意差は認められなかった。

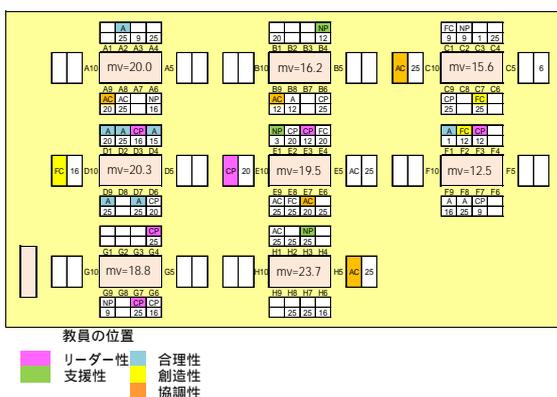


図 9 学習時の教室内位置(中期)

後期学習時の教室内座席位置・後期モチベーション値・性格特性を図 10 に示す。対象者は 49 名(教室内座席位置・後期モチベーション値・性格特性に欠損がないのは 38 名)だった。教室内座席位置と後期モチベーションについて、各学習テーブル(A~H)間でモチベーションに差があるか検討した結果、有意差は無かった。

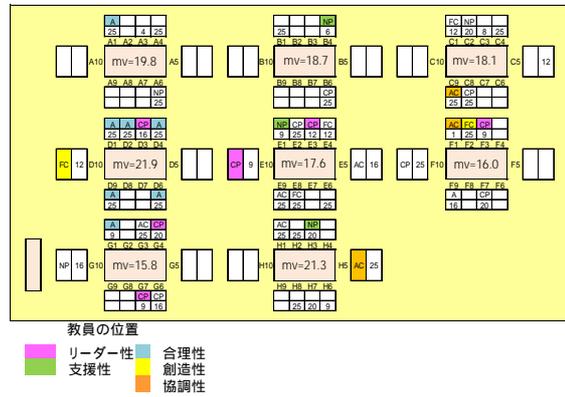


図 10 学習時の教室内位置(後期)

香りによる実験では、濃度 10%のペパーミント精油によって、熱中度が向上すること、いろいろ感といった心理的負担や眠気が生じない事が分かった。教室内の二酸化炭素濃度については、あまり着目されてこなかったが、いくつかの教室を測定した結果、教室の構造や空調の構造によって大きな差があることが明らかになった。二酸化炭素濃度の上昇を検出する事によって、教室の窓を開ける等、換気に努める工夫が眠気の誘発を回避できる。橙色間接照明は緊張感と活気を高め、疲労感を低下させることが判明した。エゴグラムにより得られる性格特性データを用いて、学習者の性格特性とモチベーションおよび学習時の教室内座席位置の関係について定量的評価を行った。その結果、性格特性は、寄与率は高くないが、学習モチベーションに有意に影響していることが認められた。今後は継続的に測定を行うことによってデータを増やし、追跡する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 8 件)

土肥紳一、宮川 治、今野紀子、工学部第二部電気電子工学科におけるプログラミング入門教育の教授の工夫、日本工学教育協会工学教育、査読有、Vol.62, no.3, pp28-33, 2014

土肥紳一、宮川 治、今野紀子、心理尺度を取り入れたモチベーション向上の研究、東京電機大学総合研究所年報 2013, 査読無、no.33, pp85-92

土肥紳一、今野紀子、Processing による高校生を対象としたプログラミング入門体験 2、情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2014 論文集、査読有、Vol.2014, no.2, pp119-126

土肥紳一、今野紀子、Processing による高校生を対象としたプログラミング入門体験、情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2013 論文集、査読有、Vol.2013, no.2, pp217-224

土肥紳一、宮川 治、今野紀子、プログラミング入門教育における行動分析を取り入

れたモチベーションの分析(5), 東京電機大学先端工学研究所/ハイテク・リサーチ・センター研究成果報告 2011, 査読無, pp67-70

土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子, SIEMによる工学部二部電気電子工学科のプログラミング入門教育の継続的な CS 分析, 日本工学教育協会工学教育, 査読有, Vol.60, no.4, pp56-62, 2012

土肥紳一, 宮川 治, 今野紀子, 初学者におけるオブジェクト指向プログラミングの難しさの分析と教授の工夫, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2012 論文集, 査読有, Vol.2012, no.4, pp21-28

湯浅将英, 田中一樹, 土肥紳一, 大山 実, 授業アンケートの自由記述からの評価情報抽出, 日本工学教育協会工学教育, 査読有, Vol.60, no.6, pp111-117, 2012

〔学会発表〕(計27件)

土肥紳一, SIEMを活用したオブジェクト指向プログラミング入門教育における教授の工夫, 情報処理学会, 2015年3月18日, 京都大学(京都府京都市)

土肥紳一, プログラミング入門教育を教わった後のArduinoの活用効果について, 大学ICT推進協議会, 2014年12月12日, TKPガーデンシティ仙台(宮城県仙台市)

土肥紳一, モチベーション志向情報教育システム(SIEM)の継続的实践効果, 日本教育心理学会, 2014年11月7日, 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)

土肥紳一, 情報環境学部の「情報科教育法」への取り組み(その5), 2014年9月5日, 筑波大学(茨城県つくば市)

土肥紳一, 工学部二部電気電子工学科における反転学習の要素を取り入れたプログラミング入門教育(その2), 日本工学教育協会, 2014年8月28日, 広島大学(広島県東広島市)

土肥紳一, エクステンションでのコンピュータプログラミングAを教わった後のハードウェア入門, コンピュータ利用教育学会, 2014年8月9日, 札幌学院大学(北海道江別市)

土肥紳一, 同一の教授者が担当する異なる学部のプログラミング入門教育を対象としたCS分析結果の比較, 情報処理学会 2014年3月12日, 東京電機大学(東京都足立区)

土肥紳一, 工学部二部電気電子工学科のコンピュータ入門教育におけるクラウドコンピューティングの活用, 土肥紳一, 大学ICT推進協議会, 2013年12月18日, 幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)

土肥紳一, 「情報倫理デジタルビデオ小品集2 メールでのプライバシー」を活用して, コンピュータ利用教育学会, 2013年11月4日, 北海道工業大学(北海道札幌市)

土肥紳一, 情報環境学部の「情報科教育法」への取り組み(その4), 土肥紳一, 今野紀子, 情報科学技術フォーラム, 2013年9月6日, 鳥取大学(鳥取県鳥取市)

土肥紳一, 工学部二部電気電子工学科におけるプログラミング入門教育の教授の工夫, 日本工学教育協会, 2013年8月31日, 新潟大学(新潟県新潟市)

土肥紳一, モチベーション志向情報教育システム(SIEM)の継続的实践効果, 日本教育心理学会, 2013年8月17日, 法政大学(東京都千代田区)

土肥紳一, SIEMによるオブジェクト指向プログラミング入門教育のモチベーションと成績の分析, コンピュータ利用教育学会, 2013年8月4日, 東京大学(東京都目黒区)

土肥紳一, プログラミング入門教育におけるペンタプレットの効果とモチベーションの関係(その2), 情報処理学会, 2013年3月8日, 東北大学(宮城県仙台市)

今野紀子, プログラミング学習のモチベーションと学習者の性格特性・教室内着座位置の関係性, 情報処理学会, 2013年3月6日, 東北大学(宮城県仙台市)

土肥紳一, SIEMを導入したプログラミング入門教育におけるペンタプレットの効果, 大学ICT推進協議会, 2012年12月19日, 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)

土肥紳一, モチベーション志向情報教育システム(SIEM)の継続的实践効果, 日本教育心理学会, 2012年11月24日, 琉球大学(沖縄県中頭郡)

土肥紳一, 情報環境学部の「情報科教育法」への取り組み(その3), 情報科学技術フォーラム, 2012年9月5日, 法政大学(東京都小金井市)

土肥紳一, SIEMによる工学部二部電気電子工学科のプログラミング入門教育について, 日本工学教育協会, 2012年8月23日, 芝浦工業大学(東京都江東区)

土肥紳一, SIEMを活用したオブジェクト指向プログラミング入門教育のCS分析結果の特徴分析, コンピュータ利用教育学会, 2012年8月5日, 京都大学(京都府京都市)

〔その他〕

ホームページ

<http://dohi.chiba.dendai.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

土肥 紳一(DOHI SHINICHI)

東京電機大学・情報環境学部・准教授
研究者番号: 00227703

(2) 研究分担者

宮川 治(MIYAKAWA OSAMU)

東京電機大学・情報環境学部・准教授
研究者番号: 30316632

今野 紀子(KONNO NORIKO)

東京電機大学・情報環境学部・准教授
研究者番号: 40349808

(3) 連携研究者

なし