

SAIL – 東京農工大学工学部情報工学科における 特別教育プログラム

山井 成良^{1,a)} 清水 郁子^{1,b)} 堀田 政二^{1,c)} 斎藤 隆文^{1,d)} 金子 敬一^{1,e)} 中森 真理雄^{1,f)}

概要 :

東京農工大学工学部情報工学科では文部科学省「理数学生応援プロジェクト」として採択された SAIL プロジェクトを平成 23 年度入試から実施しており、委託期間終了後の現在も SAIL プログラムとして継続して実施している。この特別教育プログラムにより、2 年生のうちに IOT 研究会で発表を行った学生や 3 年間で早期卒業した学生など、優秀な人材の育成を可能にしている。本稿では SAIL プログラムの概要について紹介する。

キーワード :

理数学生応援プロジェクト, AO 入試, 特別教育プログラム

SAIL – Special Educational Program in Department of Computer and Information Science, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

NARIYOSHI YAMAI^{1,a)} IKUKO SHIMIZU^{1,b)} SEIJI HOTTA^{1,c)} TAKAFUMI SAITO^{1,d)} KEIICHI KANEKO^{1,e)}
MARIO NAKAMORI^{1,f)}

Abstract:

Department of Computer and Information Science, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology has carried out “SAIL Project” as a Science and Technology Student Support Project by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology since 2011 entrance examination. This project is still ongoing as “SAIL program” after 2012, termination of contract period. This special educational program has produced many excellent students, such as a second-year student presenting his research work at a SIG-IOT meeting, a graduate student after three year undergraduate study, and so on. In this paper, we explain the overview of SAIL program.

Keywords:

Science and Technology Student Support Project, Admissions Office Entrance Examination, Special Educational Program

¹ 東京農工大学工学研究院
Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture
and Technology
2-24-16, Nakacho, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan

a) nyamai@cc.tuat.ac.jp
b) ikuko@cc.tuat.ac.jp
c) s-hotta@cc.tuat.ac.jp
d) txsaito@cc.tuat.ac.jp
e) k1kaneko@cc.tuat.ac.jp
f) nakamori@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

東京農工大学は学生数約 5,700 名, 教職員数約 650 名, 農学部と工学部の理系 2 学部から構成される国立大学である [1]. Times Higher Education Asia University Rankings 2016 では 97 位 (日本国内では 13 位) にランキングされ [2], 平成 28 年度から開始された国立大学法人運営費交付金の重点支援の枠組みでは重点支援 ③ を選択しており, 世界

レベルの科学研究大学を目指している。

東京農工大学工学部情報工学科（以下、情報工学科）は昭和51年度（1976年度）の数理情報工学科創設以来、何度かの改組を経て平成18年度から現在の名称を使用しており、本年度は設立40周年を迎える。情報工学科では、学生が実験や演習を通して「作」ることを経験し、新しい情報システムを「創」り出し、さらに「造」りあげる誇りと喜びを見出しつつ、「創・造・作」を修得することを教育理念としている。この理念に基づき、計算機の動作原理から最先端技術の実現方式に至るまで把握でき、研究者・技術者として第一線で活躍できる人材の養成を目的としている。そこで、情報工学科のアドミッションポリシーではこのような目的を持つ教育課程に真摯に取り組むことができる、次のような人材を求めることを掲げている [3]。

- (1) 情報工学や新しい情報システムを創り出すことに関心があり、最先端技術の研究者・技術者として第一線で活躍したいという意欲を持つ者。
- (2) 物理学等の理科系科目ならびに数学・英語・国語等の基礎科目に十分な学力を有している者。

しかし、従来的一般入試を経て入学した学生の多くは受験勉強を暗記型学習により行ってきており、上記(1)のポリシーに適合する学生を必ずしも選抜できるとは限らなかった。これを実現するため、平成18年度入試から個別学力検査（前期日程）に「情報」を出題（物理との選択科目）し、情報工学に適性のある学生の選抜に努めた [4], [5]。それでもなお、新入生の多くは選択科目として物理を選択しており、その中には未知の課題を解決する資質を持つ意欲的な学生が存在するにもかかわらず、大学入学後も暗記型学習の延長線で履修を行いがちであった。そのため、意欲的な学生の能力を入学直後から伸ばす教育システムが求められた。

一方、文部科学省は、理系学部を置く大学において理数に関して強い学習意欲を持つ学生の意欲・能力をさらに伸ばすことに重点を置いた取組を行う委託事業である「理数学生応援プロジェクト」を平成19年度から実施した [6]。これに対して、東京農工大学では物理システム工学科を中心に情報工学科も加わって SAIL プロジェクトを企画・提案したところ、平成20年度に理数学生応援プロジェクトに採択され、平成23年度までの4年間は文部科学省からの委託事業として実施した。情報工学科では上記の「情報」入試に代わる入試として平成23年度入試^{*1}から SAIL プロジェクトに基づく AO 入試（SAIL 入試）に切り替え、また主に SAIL 入試合格者を対象に特別教育プログラム（SAIL 教育プログラム）を実施するようになった。このプロジェクトは委託期間終了後も継続して実施され、細かな修正を加えながらも SAIL プログラムとして現在に至っている [7]。

^{*1} 入試科目を変更する場合には2年間の周知期間が必要なため。

その間、学部2年生で学会で発表した学生 [8], [9] や学部を3年間で早期卒業して大学院に進学した学生など、多くの優秀な学生を育成している。

本稿では入学後の特別教育プログラムだけでなく、SAIL 入試、早期卒業制度などを含めた、情報工学科の SAIL プログラムを紹介する。

2. SAIL プログラムの概要 [10]

SAIL プログラムは、潜在能力の高い理数系志望の高校生に対して、「既成の枠にとどまらず、他分野を統合発展させ、新しい分野を開拓する能力」を養成するために実施されるものである。その教育プログラムでは、科学者・技術者としての船出（SAIL）に必要な以下の4つの能力の養成を学士課程1~3年における到達段階として設定している。

- 学習力（Study）
客観的なデータに基づいて論理的に分析する作業は、その対象に対する興味・関心が原動力となる。興味を持った対象に、観察や実験を通じて直接触れて、自然現象に対する興味・関心が学習の出発点であることを知るのことが重要である。
- 分析力（Analysis）
課題を発見し、整理し、解決に導く過程は、客観的なデータに基づいて論理的に分析する力に基づいている。実体験によって得られた結果が、一般的な法則として整理できることを理解していることが重要である。
- 企画設計力（Innovative Design）
現実の社会では、ある課題に直面した時に、その解決のためにどのように取り組むべきかをゼロから組み立てられる能力が極めて重要である。解決方法を考案するだけでなく、実際に装置の設計、組み立て、測定などの一連の作業を自ら企画設計・実行できる必要がある。
- 論理的発信力（Logical Presentation）
新しい分野開拓のために、多分野の研究者と円滑に意思疎通できる能力が重要である。一方通行の発信力ではなく、相手の論点を的確に理解して素早く明確に回答できる、論理的な「応答力」が求められる。

これにより、研究者としてだけでなく、革新的職業人として産業界にも嘱望される人材を育成することを目的としている。

SAIL プログラムは SAIL 入試、SAIL 教育プログラム、早期卒業制度などの特色を持っている。以下では、それぞれについて述べる。

3. SAIL 入試

情報工学科のアドミッションポリシーは1節で述べたとおりであるが、SAIL 入試では自然科学や技術に対する好奇心の旺盛さと、物事を論理立てて考える能力を評価し、将来すぐれた研究者・職業人へと育つ見込みのある学生を

選抜するため、選考基準として次の3点を挙げている。

- (1) 課題を系統的に捉え、システムを設計し実装する能力を身につけているか。
- (2) 物事を論理立てて思考し、問題解決に至る道筋を示すことができるか。
- (3) 自分の考えを論理的に説明することができるか。

SAIL 入試では第1次選考および第2次選考の2段階選考により合格者を決定する。募集人員は入学定員62名中の5名であるが、若干の増減がある場合がある。

第1次選考^{*2}は書類選考で、志望理由書、特別活動レポートおよび調査書の内容を総合して合格者を決定する。このうち、特別活動レポートでは情報科学に関する次のような活動の内容を1000字程度にまとめたものである[11]。

- ゲームなど独自のコンピュータプログラムを作成し、文化祭等で実演した。
- 時間割やスポーツ大会のスケジュールなどを数理的な考察を重ねて完成させた。
- 数学オリンピックやプログラミングコンテストに出場して好成績を収めた。
- 情報技術が大好きで資格試験に合格し、勉強した複数のアルゴリズムを比較してまとめた。
- 部活動などで科学的な研究を行い、対外的な発表を行った。
- コンピュータを使ってこんなものを創りたい!という具体的な夢がある。

なお、補足説明資料として、たとえば作成したソフトウェアのスナップショット、システムの仕様、文化祭における展示写真、資格証明書の写しなどの添付は認められている。

第2次選考^{*3}では特別活動レポートの内容に関するプレゼンテーションと、その内容に関する質疑応答を通じた問題解決能力の確認(平成28年度入試では全体で20分程度)および数学と情報に関する基礎学力の確認を含む面接を行い、特別活動に対する理解や論理の進め方など、情報科学に対する潜在的な能力を総合的に評価する。当初は基礎学力の確認は数学あるいは情報のどちらかを対象としていたが、特に数学の学力不足により入学後に単位が取得できない学生(数学IIIを履修していない受験生など)が散見されたため、平成26年度入試以降は両科目の基礎学力を確認するようにしている。

SAIL 入試合格者^{*4}はプログラミングおよび数学に関する4回分の事前教育課題を課している。これは早い段階で合格が決定したためその後勉学の意欲が低下し、入学後の成績が悪くなる学生が散見される点を考慮した措置である。英語に関しては任意課題としている。これは、大学院進学

表 1 SAIL 入試の統計情報

Table 1 Statistics of SAIL entrance examinations.

募集年度	募集人数	受験者数	第1次選考合格者数	第2次選考合格者数
H23	5	5	5	4
H24	5	5	5	3
H25	5	15	15	10
H26	5	14	14	8
H27	5	22	16	8
H28	5	22	17	8

を考慮すると英語の能力は必要であるものの、SAIL 入試では選考基準には英語の能力は含まれておらず、英語よりも数学・情報の能力を事前教育で高めることを優先すべきであると判断したためである。

平成23年度入試以降の各年度の受験者数、第1次選考合格者数、第2次選考合格者数を表1に示す。平成25年度入試以降は受験者数が募集人員の3~4倍程度に増加しているが、パンフレット[11]の配布、高校での説明会の実施、大学説明会での告知などの献身的な広報活動によるもので、それに伴ってSAILプログラムの趣旨に合致した多くの受験者を獲得している。平成27年度入試以降では受験者数が20名を超え、第1次選考不合格者が出る状況になっている。

4. SAIL プログラムと早期卒業制度

SAIL プログラムでは先進情報工学演習I, II, 先進情報工学実験I, II, III, IVの6科目を1~3年次に開講している。これらの科目はいずれもほぼマンツーマン(最大で1名の教員に対して3名の学生)の形で教員から指導を受けることが可能で、プロジェクト開発の経験を早期から積めるように工夫している。各科目の配当学期、受講資格者、演習・実験内容、および成果報告方法を表2に示す。これらは、本来であれば必修科目であるプログラミング序論演習(1年次配当専門基礎科目)、論文・文献講読(4年次配当専門科目)、卒業論文(4年次配当専門科目)の代替科目となっており、先進情報工学演習IIと先進情報工学実験I~IVをすべて履修し、必要な単位数を修得すれば、3年間で卒業し、大学院入学の資格を得ることができる^{*5}。なお、先進情報工学演習Iの履修者は、対応する本来の必修科目であるプログラミング序論演習を併行して受講できる。実際にも、SAIL 入試合格者であっても後述するプレイメントテストの結果によっては両科目の併行履修を勧める場合がある。

SAIL プログラムはSAIL 入試合格者だけではなく、一般入試合格者でも受講可能である。一般入試合格者を含めてSAIL プログラム受講希望者は入学直後に行われるプレイメントテストを受け、その結果に基づき10名程度の

^{*2} 平成29年度入試では平成28年9月15日結果通知
^{*3} 平成29年度入試では平成28年10月2日実施
^{*4} 平成29年度入試では平成28年10月11日合格発表

^{*5} 実際に、この制度により早期卒業した学生が存在する。

表 2 SAIL プログラムにおける開講科目
 Table 2 The curriculum of SAIL program.

学期	科目名	受講資格者	演習・実験内容	成果報告方法
1 年次 前学期	先進情報工学 演習 I	プレイスメントテス ト合格者	併行して開講される「プログラミング序論演習」より進んだ内容を 扱う。大規模なプログラミングを行う。	レポートおよび 最終発表
1 年次 後学期	先進情報工学 実験 I	演習 I 成績優秀者	仕様作成, 設計, ドキュメンテーションなど, ソフトウェア開発の 正しい方法を体得する。	レポートおよび 最終発表
2 年次 前学期	先進情報工学 実験 II	実験 I 成績優秀者	文献調査およびシステム製作実験を行う。文献に書かれている性能 と同程度かそれ以上のシステムを開発する。	最終発表
2 年次 後学期	先進情報工学 実験 III	実験 II 成績優秀者	指導教員を履修者が指名し, 研究企画およびシステム製作実験を行 う。	レポートおよび 最終発表
3 年次 前学期	先進情報工学 演習 II	実験 III 成績優秀者 かつ早期卒業要件を 満たす学生	指導教員(研究室)を履修者が指定し, 4 年次で履修する論文・文 献講読を行う。外国語(主に英語)で書かれた論文を読み, その内 容を発表する。必要に応じて, 卒業論文の執筆準備も行う。	最終発表
3 年次 後学期	先進情報工学 実験 IV	演習 II 成績優秀者	4 年次で履修する卒業論文に相当する内容を扱う。演習 II と同じ指 導教員が指導する。	卒業論文(審査 あり)

受講者を決定する。また, 1 年次後学期にも若干名を追加募集し, 1 年次前学期の成績が優秀であれば SAIL プログラムを受講することができる。SAIL プログラムにおける受講の流れを図 1 に示す。これにより一般入試合格者にも早期卒業への道を提供できるだけでなく, 一般入試合格者のうち情報工学に高い潜在能力を持つ学生が SAIL 入試合格者との間で互いに良い刺激を受けるようになり, 学習効果をさらに高める結果を得ている。

また, 指導教員に依存するが, SAIL プログラム履修者の一部が先進情報工学演習 I や先進情報工学実験 I, II, III においてタイやベトナムからの短期留学生と協働で課題に取り組む場合もあった。短期留学生はいずれも母国ではトップレベルの大学に在籍し, かつ成績も優秀な学生であり, 履修者にとっては英語でのコミュニケーションの訓練になっただけでなく, 互いに良い刺激を受けたようである。また, 短期留学生にとっても情報工学に関する実践的な教育を受けられたため非常に好評であり, 結果として情報工学科の国際化にも貢献している。

5. SAIL プログラムの実施例

5.1 先進情報工学演習, 同実験の内容

紙面の都合上, 全てを紹介することはできないが, 表 2 で示した 6 つの科目のうち, 2 年次後学期までに履修する先進情報工学演習 I, 先進情報工学実験 I, II, III の実施例を紹介する。なお, 3 年次に履修する先進情報工学演習 II, 先進情報工学実験 IV は早期卒業有資格者しか受講できないため実施例が少なく, また内容は SAIL プログラム履修生以外が 4 年次に履修する論文・文献講読と卒業論文に準じるため, 内容紹介を省略する。

(1) 先進情報工学演習 I (1 年次前学期)

- 数独 [12] 解答・問題生成プログラムの作成

C 言語を用いて数独の自動解答プログラムを作成する課

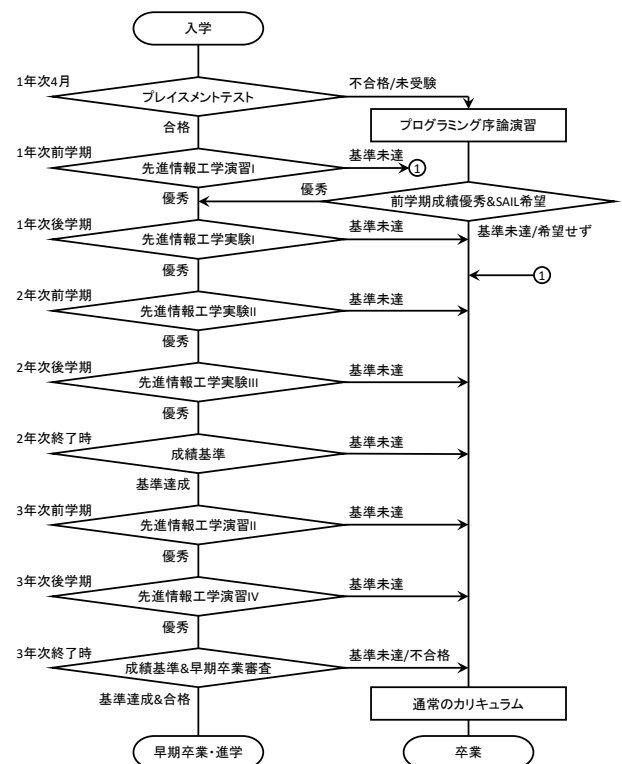


図 1 SAIL プログラムにおける受講の流れ

Fig. 1 The placement chart of SAIL program.

題を与えた。この課題では単に解を求めれば良いのではなく, 様々な解法を組み入れたプログラムを作成させ, それらの実行時間を比較させている。また, 解答プログラムを応用した問題生成プログラムも作成させている。

(2) 先進情報工学実験 I (1 年次後学期)

- 漫画の文字認識

漫画の吹き出し内の文字など写植文字を対象に文字を判定する課題を与えた。判定には LBP (Local Binary Pattern) 画像特徴量を用い, 部分空間法によるテンプレートマッチングにより, 予め与えられたテンプレートに最も近い部分

を探索して文字を判定するプログラムを作成させている。

(3) 先進情報工学実験 II (2 年次前学期)

● シングルカメラによる動画をを用いた立体視画像の生成システムの製作

スマートフォンのカメラを用いて立体視できる画像を動画より生成するシステムを製作する課題を与えた。この課題では文献 [13] を提示し、これをベースに動画より 2 枚のフレームを選択して選択したフレームを平行化と呼ばれる垂直方向の視差を 0 にする処理を施すことで、立体視画像を生成するようにした。

(4) 先進情報工学実験 III (2 年次後学期)

● OpenFlow による通信シーケンスの一部を対象としたポートミラーリングシステムの試作 [14]

本実験では履修者が指導教員を指名し、履修者自身が研究内容を企画してシステム製作を行う。OpenFlow をテーマとして履修者が企画した研究内容は、通信のミラーリングにおいてたとえば HTTP 通信のうち HTTP ヘッダだけをミラーリングして不必要なペイロード部分の大幅な削減を行い、負荷の低いミラーリングを実現することを目的とするシステムの製作であった。

5.2 SAIL 教育プログラムに対する学生の感想

これまでに SAIL 教育プログラムを受講した学生の一部に対して、感想を尋ねたところ、以下のような回答が得られた。

- 少人数教育を強みとして、1 年次から最先端の指導を受けることができる点が非常に良い。
- 一連の活動を通して情報工学に関する実践的能力と研究生活へ向けた素養を身に着けることができた。
- SAIL 入試の合格発表が早いので、高校在学中にプログラミングの勉強を始めることができた。
- SAIL 科目は毎回担当教員が変わるので、情報工学の様々な分野に触れることができた。
- 毎回異なる研究室に配属されるので、その研究室の雰囲気等を事前に知ることができた。
- 必ず発表の機会が設けられているため、今後必要になってくる発表のスキルを磨くことができた。
- 一般の実験や演習と比べて教員から直接指導を受ける機会が多かった。
- 学部 1, 2 年次のうちから専門的な内容に触れる機会は貴重であり、進路を考える上で非常に参考になった。
- 様々な分野に横断的にチャレンジできるので、興味のある分野を実際に体験して今後の進路選択に役立てることができると感じた。
- 通常の科目を受講していただだけでは得られない経験をすることができた。
- タイとベトナムからの留学生と英語でコミュニケーションを取りつつ実験を行ったことは、非常に良い刺

激になった。

- 後輩に積極的に勧めたい。
- SAIL プログラムで作成した成果物は、そのままインターンシップに応募する際などの資料として活用することができた。
- チャンスがあれば早期に学会で発表する機会が得られ、学部生のうちからこのような経験を積むことがプラスになった。
- 必然的に講義を先取りする形になることが多いため、多少独学を必要とする部分があった。
- プログラム実装の労力が大きかった。
- その他の講義・実験で時間を圧迫されると、SAIL プログラムの課題に取り組む時間が少なくなってしまうことがあった。

これらの回答から、履修者にとっては負担は大きいものの、SAIL 入試を含めた SAIL プログラムを有意義に感じており、高い教育効果が得られているといえる。

6. まとめ

本稿では東京農工大学工学部情報工学科で平成 23 年度入試から実施している SAIL プログラムを紹介した。SAIL プログラムは学生にとっても教員にとっても負担は大きいですが、それを補って余りある教育効果を挙げているといえる。一方、残念ながら SAIL 入試合格者で入学後に SAIL 教育プログラムから脱落する学生や進路を変更する学生も一部存在する。今後はよりの確に優秀な学生を選抜できるようにするとともに、国際交流活動とも連動した、より充実したプログラムを提供できるように検討を継続して行う予定である。

謝辞

SAIL プログラムの実施に当たっては、本稿の共著者以外にも非常に多くの教職員が関わっている。SAIL プログラムに関わった全ての関係者に謝意を表す。

参考文献

- [1] 国立大学法人東京農工大学: 国立大学法人東京農工大学平成 28 年度概要 (online), 入手先 (http://www.tuat.ac.jp/disclosure/kouhousi/gaiyou-20160706170830/japanese_20160706171431/upimg/201608051351031117739658.pdf) (2016.08.26 参照).
- [2] Times Higher Education: Asia University Rankings (online), available from (<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2016/regional-ranking>) (access: 2016.08.26).
- [3] 国立大学法人東京農工大学: 工学部 (学士課程) アドミッション・ポリシー (online), 入手先 (http://www.tuat.ac.jp/admission/nyushi_gakubu/admission_policy/kougakubu/index.html) (2016.08.26 参照).
- [4] 中森真理夫, 竹田尚彦: “大学での情報入試”, 情報処理, Vol.48, No.11, pp.1213-1217, 2007 年 11 月.
- [5] 中森真理夫, 金子敬一, 小谷善行, 品野勇治, 中條拓伯, 並木

- 美太郎, 辰己丈夫: “教科「情報」の入試のあり方”, 東京農工大学大学教育ジャーナル, No.5, pp.17-23, 2009年3月. 入手先 <http://web.tuat.ac.jp/~ched/publish/pdf/jou.05-3-1.pdf> (2016.08.26 参照).
- [6] 文部科学省: 理数学生応援プロジェクト (online), 入手先 http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/koubo/06122815.htm (2016.08.26 参照).
- [7] 堀田政二, 近藤敏之, 清水郁子, 宮代隆平, 金子敬一, 小谷善行, 斎藤隆文, 中森真理夫, 藤田欣也: “SAIL プログラムによる先進情報工学教育への取り組み”, 東京農工大学大学教育ジャーナル, No.10, pp.45-48, 2014年3月. 入手先 <http://web.tuat.ac.jp/~ched/publish/pdf/jou.10.3.pdf> (2016.08.26 参照).
- [8] 横木健太, 山井成良, 北川直哉: “IOT 研究会発表資料アーカイブシステムの試作”, 情報処理学会インターネットと運用技術研究会インターネットと運用技術シンポジウム 2015 論文集, Vol.2015, p.25, 2015年11月.
- [9] 横木健太, 山井成良, 北川直哉: “情報処理学会発表会のための発表資料アーカイブシステムの設計と実装”, 情報処理学会インターネットと運用技術研究会研究報告, Vol.2016-IOT-32, No.6, pp.1-6, 2016年3月.
- [10] 東京農工大学: 「東京農工大学 SAIL プロジェクト」最終報告書, 2012年3月. 入手先 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afiedfile/2012/05/02/1319509_4_1.pdf (2016.08.26 参照).
- [11] 東京農工大学: 平成 29 年度工学部情報工学科 SAIL 入試案内 (online), 入手先 <https://www.tuat.ac.jp/admission/nyushi.gakubu/youkou/upimg/201607201533351616215890.pdf> (2016.08.26 参照)
- [12] 株式会社ニコリ: 数独の遊び方、ルール、解き方 — WEB ニコリ (online), 入手先 <http://www.nikoli.co.jp/ja/puzzles/sudoku/> (2016.08.26 参照).
- [13] 安部文子, 山田真伍, 小山恭平, 福田博章, 清水郁子: “被写体位置を考慮した単眼カメラによる動画像からの 3D 画像の生成システム”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.36, No.12, pp.53-56, 2012年3月.
- [14] 清水貴弘, 山井成良, 北川直哉: “OpenFlow を用いたレイヤ 7 ペイロードの省略による低負荷なバケットミラーリングシステムの実装”, 第 15 回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 4 分冊, pp.133-134, 2016年9月.