

情報処理

2019
11

Vol.60 No.11
通巻 656 号

特集 デジタルタイプ —文字情報処理基盤の今とこれから—



巻頭コラム

E-mailとの長い長い戦い
青野慶久

教育コーナー：ぺた語義

連載：5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み／集まれ!ジュニア会員!!／買い物自慢／
古機巡礼／二進伝心／情報の授業をしよう!／ビブリオ・トーク／論文必勝法

リレーコラム

会議レポート



一般社団法人
情報処理学会
Information Processing Society of Japan

電子版もご覧ください



電子版を読む(会員無料) iPhoneなどで読む(有料) 電子版を購入(有料)
情報学広場 App Store Fujisan

買ってすぐ使える Interface® の汎用 I/O (EtherCAT®)

おましたしました。自社で全て開発し、十分な検証を行い製品化しました。

リーズナブルな価格で自信を持ってお届けします。[試用製品貸出受付中 製品出荷2020年1月開始]

特長① 買ったらずすぐ使える

動作確認済みスレーブは、コンフィグレーションデータが事前に組み込まれており電源ONするだけですぐに使えます。
事前設定不要。電源を入れるだけで計測制御が行えます。



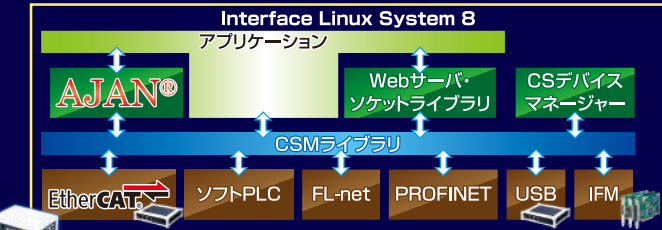
特長③ 必要なソフトはプリインストール済み

必要なソフトが全て入ったオールインワン製品です。購入後の追加インストールは不要です。



特長⑤ 特定のカテゴリに依存しない

開発したアプリケーションはEtherCATに依存しません。



- APIが各カテゴリ全てで共通です。EtherCATで開発したアプリケーションが、そのまま別のカテゴリで使えます。
- 複数カテゴリを同時に使用できます。EtherCATとUSB等、同時に複数カテゴリが使用できます。
- ※ SuperCDは2つまで同時に使用できます。

特長⑦ Windowsにも対応

ソケット(UDP/IP)接続によって、Windows等他のPCからも、かんたんに使用できます。ソケット接続用のライブラリは、無償で提供します。(Windows, Linuxに対応)



特長⑨ CSデバイスマネージャー

スレーブの接続状態や機能を確認するための、スレーブ管理用Webアプリケーションを搭載しています。

機能①「接続図」
接続されているスレーブの一覧や状態がひと目で確認できます。

ケーブル断線箇所も通知します。

機能②「コネクタ表示」
スレーブに搭載されているI/Oコネクタのピンアサインメントがひと目で確認できます。

機能③「オブジェクト情報」
AJANからアクセス可能なオブジェクト(機能)の一覧がひと目で確認できます。

No.	オブジェクト名	PIN名	PIN番号	ユーザ指定名	オブジェクト説明
1	ID2_AIN1	AIN1	A1.B1		チャンネル1のアナログ入力データ
2	ID2_AIN2	AIN2	A2.B2		チャンネル2のアナログ入力データ
3	ID2_AIN3	AIN3	A3.B3		チャンネル3のアナログ入力データ
4	ID2_AIN4	AIN4	A4.B4		チャンネル4のアナログ入力データ
5	ID2_AIN5	AIN5	A5.B5		チャンネル5のアナログ入力データ
6	ID2_AIN6	AIN6	A6.B6		チャンネル6のアナログ入力データ

スレーブを右クリックし、対応するサンプルプログラムの実行や詳細情報の確認が簡単に行えます。

特長② 電源ブチ切り®自動立ち上げに対応

シャットダウン処理は不要です。電源ブチ切りによる停止が行え、ROM化設定により壊れません。



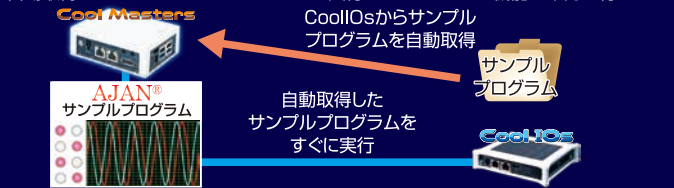
特長④ 産業用途に最適

保守性や信頼性等、産業用途に最適な機能を搭載しています。



特長⑥ サンプルプログラムの自動取得

自動取得したサンプルプログラムはすぐに実行でき、かんたんに機能の確認が行えます。



特長⑧ AJAN®でかんたんにアプリが作れる

AJANで誰でもかんたんにアプリケーションを作成できます。主に使用するのは、デバイスの機能に対してリードとライトの2つだけです。

プログラム例

```

マスタのスタート
CSWRITE "MstControl", 1

スレーブ1のAIN1から最新のデータを1件リードする
AIN = CSREAD("ID1_AIN1", 1)

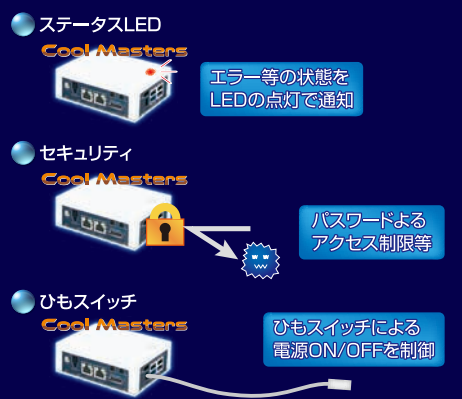
スレーブ1のAOUT1へ1件データを書き込む
CSWRITE "ID1_AOUT1", AOUT

マスタのストップ
CSWRITE "MstControl", 0
        
```

リングバッファによるブリトリガ、ポストトリガ機能に対応しています。

特長⑩ かんたんに装置へ早変わり

装置としての組み込みに最適な設定がかんたんに行えます。



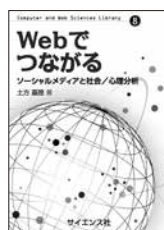
サイエンス社 新刊のご案内



コンピュータに問い合わせる データベースリテラシ入門

増永良文著 本体1600円

初等教育から始まる情報系の教育改革が進む現代において、教養となる基礎的な部分を、専門家が一般読者向けにやさしく解説。本書では、さまざまなデータがデータベースとして一元管理され、情報システムの下支えとなっていることを学ぶことができる。



Webでつながる ソーシャルメディアと社会/心理分析

土方嘉徳著 本体1500円

初等教育から始まる情報系の教育改革が進む現代において、教養となる基礎的な部分を、専門家が一般読者向けにやさしく解説。本書では、Webやソーシャルメディアが人や社会を理解するための重要な情報源になることを学ぶことができる。



コンピュータ科学とインターネット 情報のさまざまな表現形式と理論を学ぶ

疋田輝雄著 本体1600円

学生や技術者を対象にした情報科学、コンピュータ科学、インターネットおよびウェブ科学への入門書。これら広範な分野の理論・形式のいわば入り口を紹介し、例を通して斯学を実感できるよう配慮した。



統計的データ解析の基本

山田 秀・松浦 峻共著 本体2550円

統計的手法の手順/原理を学ぶという2つの立場で、統計的データ解析の理論と応用について基礎的な事項を解説。統計的手法が身につく、より深く適切なデータ解析が可能となる好個の書。



レクチャー 離散数学 グラフの世界への招待

木本一史著 本体1900円

離散数学について分かりやすく解説した入門書。特に離散数学において基本的なグラフを丁寧に解説。さらに最適化問題なども紹介。多くの具体例や図表を用いて理解を深めるための工夫がされた好個の教科・参考書。

数理工学社 近刊・新刊のご案内 発売：サイエンス社

近 刊

理工学のための 数値計算法 [第3版]

水島二郎・柳瀬眞一郎・石原 卓共著 本体2150円

好評を博した「理工学のための数値計算法」の第3版。前著をより分かりやすく書き改め、新たな節を設けるなど最新の要望に応える内容となっている好個の教科・参考書。

Rプログラミングマニュアル [第2版] (電子版)

Rバージョン3対応

間瀬 茂著 本体4200円

*弊社ホームページのみでご注文を承っております。ご注文の際には「電子書籍ご利用のご案内」をご一読頂きますようお願い致します。

〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷1-3-25 TEL 03-5474-8500 FAX 03-5474-8900
ホームページで注文ができます。 <http://www.saiensu.co.jp> *表示価格は全て税抜きです。

サイエンス社



情報処理学会編集の教科書シリーズ!

IT Text データベースの基礎

吉川正俊 著 A5判/288頁/定価(本体2,900円+税)

データベースの基本概念から、データベースのモデル、SQL、論理設計やDBMS、ファイル編成などデータベースの基礎を体系的に、できるだけ図や例を多く用い、データベースとは何か直感的に理解できる教科書です。「データベース」の実務的な基礎を固めるうえで役立ちます。

本当にPythonでデータマイニングと機械学習を行いたい人のための入門書!



Pythonによる データマイニングと機械学習

藤野 巖 著 A5判/372頁/定価(本体3,200円+税)

本書は、本当にPythonでデータマイニングと機械学習を行いたい人のための入門書です。初歩からいねいに解説してあります。本書を読み切れば、誰でもPythonによるデータマイニングと機械学習の主な手法の実装方法が身に付きます。

Pythonプログラミングの基礎が学べる!!



Pythonによるプログラミング

小林郁夫・佐々木晃 共著 A5判/392頁/定価(本体2,700円+税)

Pythonの基礎、オブジェクト指向の考え方を学びながら、簡単なゲームプログラミングの作成まで行います。全15章でPythonプログラミングを一通り学ぶことができ、章ごとに段階を踏んで学んでいけるものです。まずはPythonの独習書として、プログラミングを学びたい方むけにおすすめです。

機械学習への理解を進める!
お姫様、Pythonプログラミングに挑戦!

Pythonで機械学習入門 深層学習から敵対的生成ネットワークまで

大関真之 著 A5判/416頁/定価(本体2,400円+税)



機械学習入門

ボルツマン機械学習から深層学習まで

大関真之 著/A5判/212頁/定価(本体2,300円+税)

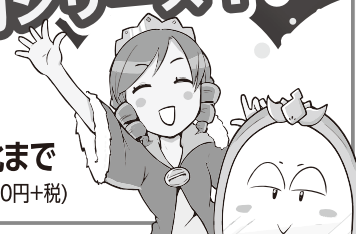


ベイズ推定入門

モデル選択からベイズ的最適化まで

大関真之 著/A5判/192頁/定価(本体2,400円+税)

登場人物の問答で理解できる
画期的シリーズ!!



オーム社

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1

TEL 03(3233)0853 FAX 03(3233)3440

www.ohmsha.co.jp

定価は変更になる場合があります。

情報処理学会デジタルプラクティス

特集号論文募集

「ビッグデータ, IoT, AI: 最新の事例と人材育成」

● ● ▶ [投稿締切] 2019 年 11 月 5 日 (火) 17:00 ◀ ● ●

情報処理学会では、2018 年 4 月に、ビッグデータ解析の利活用促進と社会への還元を推進しそのビジネス基盤を確立する事を目的として、ビッグデータ研究グループを発足しました。本研究グループを中心として、情報処理学会主催ソフトウェアジャパン 2019 において、「ビッグデータ, IoT, AI でプロフェッショナルを生き残れ」というタイトルで、現在のビッグデータ, IoT, AI をめぐるビジネスの現状と今後の展望について討論が展開されました。

令和元年 6 月 11 日には、第 5 回統合イノベーション戦略推進会議において「AI 戦略 2019」が決定され、我が国の数理・データサイエンス・AI の教育改革と AI をめぐる社会実装として、健康・医療・介護、農業、国土強靱化、交通インフラ・物流、地方創生（スマートシティ）などの基盤作りに関する実行計画が取りまとめられました。ビッグデータ, IoT, AI をめぐる技術は、近年加速度的に発展し、様々な産業分野や社会インフラにおいて大きなインパクトを与えてきており、今後の発展や利活用の推進が期待されます。本特集号「ビッグデータ, IoT, AI: 最新の事例と人材育成」は、このような取り組みに関するビジネス、社会インフラや人材育成の取り組みの実践に基く知見を紹介する論文を募集します。意欲的な投稿をお待ちしております。

想定する分野は、以下のようなものが考えられますが、これらに限定されるわけではありません。

ヘルスケア（健康・医療（個別化医療、予測医療など）・創薬）、アグリカルチャー（スマート農業）、ファイナンシャル（経済、フィンテック）、ビジネス（経営・マーケティング）、マニュファクチャリング（製造業、品質管理・品質工学）、言語学（翻訳）・心理学（行動生物学）、ケミカル・マテリアルサイエンス（化学および材料探索）、保険・年金（アクチュアリー）、ガバメント（オープンガバメント・オープンデータ、各種公共サービス）、気象・地震予知・天文学・天体物理学、環境保全・環境アセスメント、オペレーションズ・リサーチ、産業用ロボット・自動運転、スマートシティ、モバイル・センサー・IoT、ウェブ・ソーシャルネット、レコメンデーション、ビジネスインテリジェンス・ビジネスアナリティクス、ビッグデータ解析ツール・データ分析言語、ビッグデータ解析に関する数学基盤（解析学など）・確率論・統計学、機械学習・深層学習・学習理論、人材育成、キャリアパス構築支援、ビッグデータ解析のセキュリティ、プライバシー保護、コンプライアンス



デジタルプラクティス
HTML サイト
<https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/index.html>

※投稿要領: Web サイトをご覧ください→ <https://www.ipsj.or.jp/dp/cfp/dp1103s.html> (応募資格は問いません)

※掲載号: 2020 年 7 月号 (Vol.11 No.3)

※特集エディタ: 石井一夫 (久留米大学バイオ統計センター), 吉野松樹 (日立), 斎藤彰宏 (日本 IBM)

※特集号編集委員: 編集委員長: 細野 繁 (東京工科大学)

副編集委員長: 茂木 強 (科学技術振興機構), 藤瀬哲朗 (三菱総研)

編集委員: 荒木拓也 (日本電気), 田島 玲 (ヤフー), 西山博泰 (日立製作所), 栗津正輝 (富士通研究所),

飯村結香子 (NTT), 石黒剛大 (三菱電機), 今原修一郎 (東芝), 大嶋嘉人 (NTT), 鬼塚 真 (大阪大学),

上條浩一 (日本 IBM), 斎藤彰宏 (日本 IBM), 佐藤裕一 (富士通研究所), 澤谷由里子 (東京工科大学),

澤邊知子 (日本大学), 新田 清 (ヤフー), 濱崎雅弘 (産業技術総合研究所), 平井千秋 (日立製作所),

平林元明 (日立製作所), 吉野松樹 (日立), アドバイザ: 喜連川優 (国立情報学研究所・東京大学)

(論文募集公開時点 (2019 年 8 月))





PREFACE

巻頭コラム

1066 E-mail との長い長い戦い 青野慶久

SPECIAL
FEATURES

特 集

デジタルタイプー文字情報処理基盤の今とこれからー

- 1068 0. 編集にあたって 牛田啓太
- 1070 1. ■ UD フォントーデジタル時代と社会が生んだタイプフェイスー 水野 昭
- 1076 2. ■ Web フォントー日本語環境における「戦い」と、文字の歴史の延長線にある基盤技術ー 関口浩之
- 1084 3. ■ フォントエンジニアーフォント技術を支える仕事ー 齊藤暁男
- 1090 4. ■ バリアブルフォントー表現を広げる未来のデジタルタイプ技術ー 服部正貴
- 1096 5. ■ 情報処理基盤としてのフォントの整備ー源ノ角ゴシック・源ノ明朝の開発ー Ken Lunde
- 1104 6. ■ ★jr. オープンソースフォントー日本のオープンソースフォントを支えた M+ FONTSー
森下浩司・聞き手：牛田啓太

◆◆「情報処理」Kindle で販売中！◆◆

「情報処理」は Kindle 版でも販売中です！

冊子を持ち運びしなくても、スマホ・タブレット端末さえあればどこでも気軽に会誌を読むことができます。
ぜひご活用ください！

ご購入は Amazon から→ <https://www.amazon.co.jp/>
「情報処理学会 Kindle」で検索



★jr. 指標にジュニア会員向けが追加されました。

《記号の説明》

■ 基礎 ■ 専門家向け
■ 応用 ■ 一般（非専門家）向け ★jr. ジュニア会員向け
※各記事に指標がついていますので参考にさせていただきます

情報処理

1109 連載：★ 集まれ!ジュニア会員!!

連載：論文必勝法

1110 ■ 採否判定結果が届いたら—査読結果に対する次のアクション— 松島裕康

教育コーナー：ぺた語義

1115 ■ 数理・データサイエンス教育 井上 仁

1116 ■ ★ 高校生が開発した小学校プログラミング教育教材 倉橋克彦

連載：情報の授業をしよう!

1120 ■ 中学におけるタブレット端末を活用した、学習における思考プロセスの可視化—産官学連携 京都 ICT 教育構築プロジェクトにおける取り組みから— 久保泰雄

連載：買い物自慢

1127 ノイズキャンセリングヘッドホンで快適出張移動 山際伸一

連載：★ ビブリオ・トーカー私のオススメ

1128 誰のためのデザイン? 増補・改訂版—認知科学者のデザイン原論— 間瀬正啓

連載：★ 5分で分かる! 有名論文ナナメ読み

1130 King, G., Pan, J. and Roberts, M. E.: Reverse-engineering Censorship in China: Randomized Experimentation and Participant Observation 水野貴之

連載：リレーコラム

1132 対談:「リレーコラム」をふりかえって 坊農真弓・楠 房子

会議レポート

1134 CVPR 2019 参加報告 橋本敦史・平川 翼・吉橋亮太・藤村友貴

連載：古機巡礼 / 二進伝心

1138 オーラルヒストリー: 戸田 巖氏インタビュー 浦城恒雄・発田 弘・前島正裕・松永俊雄・山田昭彦

1146 会員の広場

1148 IPSJ カレンダー

1150 人材募集

1152 有料会告について

1153 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

1153 論文誌トランザクション掲載論文リスト

1154 デジタルプラクティス掲載論文リスト

1155 英文目次

1156 アンケート用紙

1162 編集室/次号予定目次

1163 掲載広告カタログ・資料請求用紙

1164 賛助会員のご紹介

■会誌編集委員会

編集長: 稲見 昌彦

副編集長: 大山 恵弘・加藤 由花・中田真城子

担当理事: 楠 房子・清水 佳奈

本号エディタ:

井本 和範・稲葉利江子・牛田 啓太・江渡浩一郎・大石 康智・

大川 徳之・太田 智美・岡本 雅子・角田 博保・金子 格・

川上 玲・佐藤 史子・城島 貴弘・須川 賢洋・関谷 貴之・

田名部元成・谷口倫一郎・谷田 英生・戸田 貴久・鳥澤健太郎・

坂東 宏和・福地健太郎・坊農 真弓・間瀬 正啓・水野加寿代・

茂木 和彦・湯村 翼・渡辺 博芳

編集長ブログ: blog-mag.ipsj.or.jp

■情報処理学会事務局本部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F

Tel(03)3518-8374 (代表) Fax(03)3518-8375

E-mail: soumu@ipsj.or.jp https://www.ipsj.or.jp/

郵便振替口座 00150-4-83484

銀行振込 (いずれも普通預金口座)

みずほ銀行虎ノ門支店 1013945

三菱UFJ 銀行本店 7636858

名義人: 一般社団法人 情報処理学会

名義人カナ: シヤ) ジョウホウシヨリガツカイ

■規格部 情報規格調査会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 308-3

Tel(03)3431-2808 Fax(03)3431-6493

E-mail: standards@itscj.ipsj.or.jp https://www.itscj.ipsj.or.jp/

■支 部 北海道/東北/東海/北陸/関西/中国/四国/九州

電子版
-DIGITAL VER-



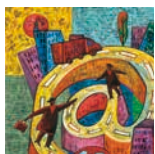
App Store



Fujisan



情報学広場



E-mail との長い長い戦い

■ 青野 慶久



サイボウズを起業したのは、今から 22 年も前の 1997 年。「Web」という新しい情報技術が世界中のありとあらゆる仕組みを革命的に変えていくだろうと、多くの人たちが気付き始めたころです。それから続々と IT ベンチャーが誕生し、検索エンジンからポータルサイト、物販、メディア、広告などなど、めざましい社会変革を引き起こし続けて今に至ります。

私たちが目を付けたのは、仕事道具としての Web でした。SMTP を使った E-mail は便利だけれども、HTTP を使った Web 技術は情報共有に強みがある。Web は私たちの働き方を変えると確信しました。そこで、手軽に情報共有ができる Web ベースのグループウェア「サイボウズ Office」を開発したところ、予想を上回る勢いで売れていき、サイボウズは創業から丸 3 年で東証マザーズに上場することができました。

しかし、ここから低迷が始まります。翌 2001 年には売上が激減し、ソフトウェアの保守料でなんとか食いつなぐ日々が続きます。E-mail が爆発的に普及していったのに対して、グループウェアはどうにも普及が遅い。その原因の一つが組織にあることに気付いたのは、ずいぶん経ってからのことです。

アメリカのある大手 IT 企業に訪問したとき、スケジュールの情報すら共有しない先方にこんなことを言われました。「なぜ自分のスケジュールを上司に見せなくちゃいけないんだ。必要な情報はメールで送ればいい」と。

■ 青野 慶久

サイボウズ（株）代表取締役社長 兼 チームワーク総研所長

1971 年生まれ。愛媛県今治市出身。大阪大学工学部情報システム工学科卒業後、松下電工（現 パナソニック）を経て、1997 年 8 月愛媛県松山市でサイボウズを設立。2005 年 4 月代表取締役社長に就任。2018 年 1 月代表取締役社長 兼 チームワーク総研所長（現任）。



情報共有に必要なのは、組織で働く人たちが互いにオープンに情報を公開し、協力し合うマインドです。出世競争や足の引っ張り合いが強い組織においては、情報を共有することはむしろ自分を危険にさらすことになりかねません。

E-mail は宛先を選んでクローズに情報を送ります。これは宛先に入っていない人たちとの情報格差を生み出します。情報格差は対立を引き起こし、権力格差を加速する原因になります。権力を手放したくない人たちがいるかぎり、情報を共有する方向とは逆の力が働くのです。

その後、Twitter や Facebook が普及し、若い世代から徐々に情報共有の文化が広がってきました。日本においても人手不足が深刻になり、情報システムに投資をして生産性を高めようとする経営者が増えています。組織内で情報共有を進めれば、時間や場所に制限のある人たちとも効率良くチームワークをすることができます。多様な働き方を実現するためのインフラとして、グループウェアの価値が再認識されるようになってきました。

十数年にわたる長い長い停滞期間を経て、グループウェアの本当の普及期が始まりました。テクノロジーを使うのは人類です。人類の進歩なくしてテクノロジーの普及なし。アップデートする必要があるのは、ソフトウェアではなく私たち人類なのかもしれません。

デジタルタイプ

—文字情報処理基盤の今とこれから—

編集にあたって

牛田啓太 | 工学院大学

文字は、情報を伝える大切な器の1つです。計算機（コンピュータ）においても、黎明期から、文字の表現・処理は重要なテーマでありました。

計算機性能が向上し、表示できればよいということにとどまらず、さまざまなデザインの書体が開発され、利用できるようになりました。日本語について言えば、基本書体である明朝体・ゴシック体もバリエーション豊かになりました。デザイン性の高い書体も続々と増えています。単に「文字を表現する」だけではなく、文字デザインに表現の一部を担わせることもできるようになりました。これはコンピュータ時代以前には専門家が行っていたことです。今では誰でも、書体を選び、表現することができます。そして、デザインばかりでなく、使用する場面を想定した書体も作られるようになりました。

一方で、計算機はさまざまな言語の文字を扱えるようにもなりました。その中で、使用する文字種が多い日本語（さらに言えば中国語・韓国語といった東アジア言語）はその整備が遅れがちでした。これは今でも日本語文字情報処理や、日本語フォントの製作・利用に影を落とす問題です。同時に、解決・克服が挑戦されている課題でもあります。そして、その先には、世界中の言語を処理し、表示する情報処理環境があります。それに向けて、文字情報処理

基盤は、今も発展途上といえます。

本特集では、現在の文字情報処理基盤、また文字による情報の表現の重要な位置を占めるデジタルタイプについて、現在の技術や社会が生んだ書体、文字デザインを用いた表現の機会の広がり、デジタルタイプの技術的側面、未来のデジタルタイプ技術、書体開発を通じた文字情報処理基盤の整備、オープンソースフォント開発、の話題、6本の記事をお届けします。

わたしたちの身近なところから見ていきましょう。最初の記事は「UD フォント」についてです。ユニバーサルデザインを志向した書体です。今では、電子機器の操作表示、公共サインなど、「見やすさ」「見分けやすさ」を求められる場で広く使われるようになりました。UD フォントは、これまでの書体と異なり、設計者の視点からではなく、利用者の視点から設計され、かくしてその思想と設計は広く受け入れられることとなりました。その先駆的役割を果たした（株）イワタのUD フォントの開発の経緯とその展開を語っていただきます。

次は「Web フォント」についてです。Webでの文字の表現（タイポグラフィ）を気にとめたことはあるでしょうか。今までWebでのフォントは、見る側のコンピュータにインストールされているもの

を使っていました。今では、送り手が指定したフォントで（見る側にインストールされていなくても）出力できるようになっています。これで Web の文字表現は格段に充実しました。日本でも Web フォントは普及してきましたが、これは欧米に後れを取っており、ここにも「使用する文字種が多い」問題が横たわっています。そして今、これを乗り越えて日本の Web フォントが開花しようとしています。この Web フォントについて、そのたどってきた道のり、現在の広がり、そして将来を、最前線から解説していただきます。

デジタルフォントというと、そのデザインに目が行きがちです。ですが、図形として描かれた文字の形（グリフ）のデータをフォントにまとめあげること、フォントファイルを計算機上でフォントとして（表示できるように）機能させること、および、文字の形以外の情報（フォント名などの情報、文字の並べ方についての付加情報など）をフォントに組み込むことも重要です。そういった、フォントの技術的な側面を引き受ける「フォントエンジニア」にスポットを当てて、その仕事と、フォントの技術的な側面を解説していただきます。計算機的能力向上とともにデジタルタイプの機能も豊富になります。これに対応すべく、今後、フォントエンジニアリングも高度化し、その役割も大きくなることでしょう。この記事を通じて、デジタルタイプの、デザインとは違う方向からの理解が得られるでしょう。

目下発展中のデジタルタイプ技術ものぞいてみましょう。「バリアブルフォント」です。たとえばこれまでは、フォントはウエイト（太さ）ごとに別々のファイルで用意していましたが、これがバリアブルフォントでは1つのファイルで無段階に異なるウエイトのものが使えるようになります。より表現力が高く、柔軟なタイポグラフィが身近になろうとしています。たとえば、Windows 10 には2017年の Fall Creators Update よりバリアブルフォント「Bahnschrift」が搭載されているので、お手近の環

境で試されるのもよいでしょう。この記事では、バリアブルフォントの基本から開発の経緯、その仕組み、そして将来の展望が解説されます。

文字種の多い東アジア言語圏の文字情報処理基盤の整備を、包括的かつ大きく進めた書体があります。2014年の「Source Han Sans（源ノ角ゴシック）」、2017年の「Source Han Serif（源ノ明朝）」です。これは無償で公開され、利用できるようになりました。これらの書体について、「**情報処理基盤としてのフォントの整備**」と題して解説していただきます。これは壮大なプロジェクトであり、技術的な挑戦でもありました。どのような経緯で、どのような技術を用いてこのプロジェクトが進められたかをご覧ください。この記事は少し高度な内容を含むので、理解の助けになるよう特別に用語集をつけていただきました。この用語集は、今後、読者のみなさんがデジタルタイプについて理解するための価値ある資料にもなることでしょう。

最後の記事は、「オープンソースフォント」についてです。この記事で取り上げる「M⁺ FONTS」は、2003年、自由に使える和文フォントが少なかった時代に製作開始され、日本語の文字情報処理基盤の整備に大きな貢献をしました。今では日常利用に十分な字種がそろい、多くの場面で使用されています。この M⁺ FONTS の制作者への誌上インタビューです。製作のきっかけから、オープンソースに貢献したい人へのメッセージなど、さまざまなことをお尋ねしています。

フォントは、製作の効率化が進んでいるとはいえ、人の手でグリフをデザインしていくのが基本です。たいへんな手間をかけて作られるものです。この多大な労力と、フォントを文字の表現として機能させるさまざまな技術とが、文字情報処理基盤を支えています。画面であれ印刷であれ、身の回りにデジタルタイプがあふれています。本特集の記事を通じて、これらを見る目が変わるかもしれません。

（2019年9月18日）

[デジタルタイプ—文字情報処理基盤の今とこれから—]

1 UD フォント

基
般

—デジタル時代と社会が生んだタイプフェース—

水野 昭 | (株) イワタ

UD フォントとは

UD フォントとはユニバーサルデザイン (Universal Design) フォントの略であり、2004 年から 2006 年にかけて共同開発した (株) イワタ (以下イワタ) とパナソニック (株) (当時の松下電器産業 (株)、以下パナソニック) が命名した。UD が元々「年齢や障害の有無に関係なくできるだけ多くの人が利用できるように考えられたデザイン」のことであるから、UD フォントを「できるだけ多くの人が見やすく読みやすい文字デザインを持つ書体」と定義した。当初 UD フォントはパナソニック向けの特注フォントであったが、開発過程においてその内容を広く公開し、より多くの人に使っていただくことこそ UD の理念に叶うのではないかという両社の思惑が一致し、パナソニックに納品したあと同じものを市販したのである。そしてイワタが UD フォントを発売してから数年経た後、イワタ以外のフォントメーカーからも同様のコンセプトフォントが発売され、UD フォントはイワタの一商品から業界全体のカテゴリを指す言葉に発展していったのである。

UD フォントが受け入れられた理由

UD フォントを発売した当時、「見やすい文字」というのはじめてのコンセプト商品であったことからユーザに受け入れられるか不安視する声もあった。しかし発売してまもなく、お客様から圧倒的な支持を得て現在に至っている。いまや家電製品はもちろん、公共機関、新聞、食品、教育、金融など、UD フォントを見ない日はない。その背景には製品の軽薄短小と多機能による文字の小サイズ化、および企業の説明責任によるメッセージ増加、さらには社

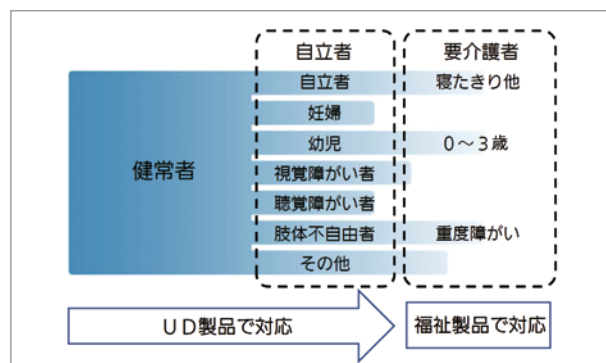
会の高齢化があったことは言うまでもない。つまり目が悪くなっているのに表示文字が小さくなっている不便な社会では必然的に見やすい文字が求められるのである。

UD フォントの守備範囲

日本国内で UD の認知度がそれほど高くなかった 2003 年頃、パナソニックではすでに UD に着目し全社をあげて UD を推進しようとしていた。新しい顧客を生み出すため、成熟した国内市場を打破する必要性を感じていたためである。具体的には、健常者向けに作っていた商品とサービスを、図-1 中の「自立者」まで広げることを目指したのである。同じような考え方で UD フォントを高齢者や軽度の視覚障がい者までを守備範囲とした。

UD フォントのベース書体決定までの経緯

UD フォントはイワタの新ゴシック体という書体がベースになっている。しかし最初から新ゴシック体ありきで進んでいたわけではない。パナソニック内部でさまざま



■図-1 パナソニックが想定する UD の範囲

まな調査の上、最終的にイワタ新ゴシック体に絞り込まれ、そこからさらにUDフォント向けに手を入れることになったのである。以下ではベース書体がイワタ新ゴシック体に至るまでの経緯を述べる。

フォントに対する声

パナソニックには以前より社内外からフォントに対してさまざまな声が寄せられていた。顧客からは「〈電源〉などの画数の多い文字がつぶれて見にくい」「6と9、3と8など誤読しやすい文字がある」「〈メニュー〉、〈DVD録画〉など不揃いに見える文字がある」など。ものづくりの現場からは「印刷時につぶれやすい文字、誤読しやすい文字に個々に対応している」「ベタ打ちするだけではバランスの悪い文字があり個々に対応している」「UDを訴求する商品としてしっかりと検証された書体を使用したい」などがあった。UDフォントにはこれらの問題を解決することが求められていた。

書体の評価要素と優先順位

見やすさと読みやすさはしばしば混同されるが、書体評価においては、文字個々の見やすさを視認性、長文での読みやすさを可読性として明確に区別した。さらにほかの文字との見分けやすさを判読性、美しさや製品への適合性をデザイン性と称し、計4つの評価要素ごとに問題点と解決方法を整理した。これらの要素がすべて満たされれば言うことはないのであるが、経験上それぞれの要素は相反することが分かっており、優先順位を決める必要があった。今回、家電製品に印刷される文字が第一の目的であったため、ターゲットは横組みかつ単語を中心とした短文ということになる。したがって4つの評価要素の優先順位を、①視認性>②判読性>③デザイン性>④可読性とした。



■図-2
評価イメージ

評価条件

書体の評価条件は以下である(図-2)。

- ①使用単語:音量、電源、かんたん、おまかせ、スタート、チャンネル
- ②文字の高さ:
2.5 mm/3 mm/4 mm/5 mm/6 mm/7 mm/8 mm
- ③照度:30 ルクス/300 ルクス
- ④評価軸:確実に読める/だいたい読める/努力すれば読める/見えるが読めない/まったく見えない

角ゴシックと丸ゴシックの比較

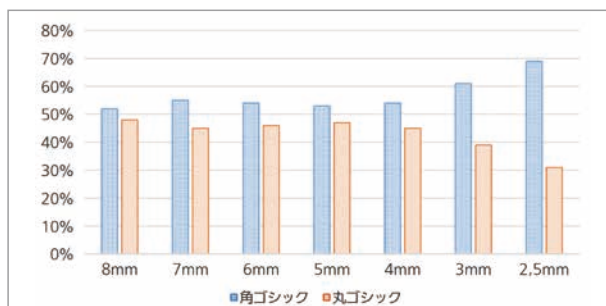
まず家電製品に使用される書体の代表格である角ゴシックと丸ゴシックの比較(図-3)を複数回に分けて行った。文字の大きさ(高さ)別、漢字/ひらがな/カタカナの文字種別、照度別に行ったが、総じて角ゴシックの方が評価が高く、また文字が小さいほど差が顕著であった(図-4)。被験者からは「角ゴシックの方が画線の開始位置と終わりの位置がはっきりして見やすい」、「画線の方向性が明確だ」とのコメントが寄せられた。

ウェイト(太さ)の比較

書体を角ゴシックに絞り、ライト、レギュラー、ミディアムの3種類のウェイト(図-5)で比較を行った。全体的に評価が高かったのはミディアムであったが文字



■図-3 角ゴシックと丸ゴシックのイメージ



■図-4 角ゴシックと丸ゴシックの視認性評価

が大きくなるにつれてミディアムとレギュラーは拮抗した(図-6)。ミディアムは文字が小さいときに印刷条件によっては潰れる可能性があること、逆に文字が大きいときにきつく見えるなどの意見があったことからレギュラーとミディアムを基本ウエイトと設定し、状況に応じて2つを使い分けることとした。

書体デザインの比較

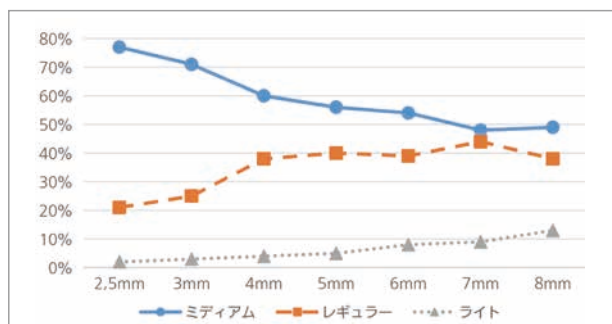
市販の角ゴシック数十書体から典型的な特徴を持つ5書体を抜粋し調査を行った。各書体の特徴を言葉で表すと次のようになる。(A) 平均的なバランスを持つ本文用ゴシック、(B) 粋いっぱいのデザイン性の強い見出し用ゴシック、(C) 空間にゆとりのあるゴシック、(D) クセのない比較的(B)に近いゴシック、(E) 縦横線の比率が大きいゴシック。これらを対象に調査を行ったところ(A)と(B)がほかの書体に比べて評価が高かった(図-7)。ただし(A)は(B)に比べて若干太めにデザインされており高評価になったと推定される。また被験者から(B)に対して「すっきりしている」「大きく見える」といった好印象のコメントが寄せられた。

長体の比較

長体(横方向の変形; 図-8)をかけた場合、(B)と



■図-5 角ゴシックのウエイトイメージ(左からライト, レギュラー, ミディアム)



■図-6 ウエイトの違いによる視認性評価

(E)の評価が高かった。両書体とも文字のフトコロ(文字の内側の空間)が大きく長体をかけても視認性が確保されているためと考えられる。

総合評価

以上の評価結果と被験者のコメント、さらに家電製品とのマッチングを考慮し(B)が最適であるとの結論に達した。この(B)の書体がイワタの新ゴシック体であった。

パナソニック仕様に向けた修正

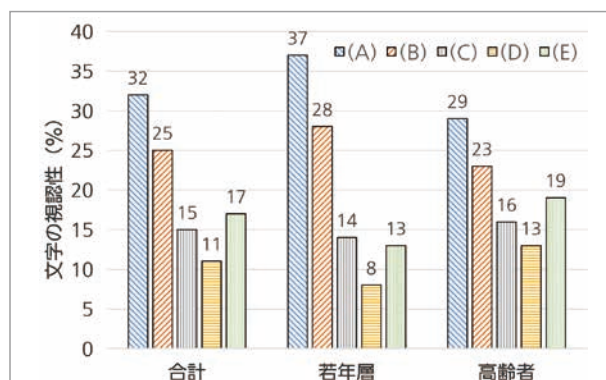
イワタ新ゴシック体をベースにしつつ、さらにUDフォントとしての完成度を高めるため、パナソニックの現場のデザイナーとイワタの書体デザイナーから意見を集約し文字個々に調整を行っていった。具体的な修正箇所は以下になる。

①視認性向上のための工夫(仮名)

文字が小さいときの視認性をあげるため線間の隙間を広くとる(図-9)。

②視認性向上のための工夫(漢字)

ゲタ(下の出っ張り)を削除し文字を大きく見せる(図-10)。



■図-7 書体デザインの違いによる視認性評価



■図-8 角ゴシックの長体イメージ(左が変形なし, 右が長体80%)

③判読性向上のための工夫

線間の隙間を広くとり濁点と半濁点の視認性をあげることで両者の判別性を高める (図 -11).

④デザイン性向上のための工夫 (仮名)

ゲタをなくしラインを揃えることで綺麗に並ぶように見せる (図 -12).

⑤デザイン性向上のための工夫 (漢字)

製品本体に印刷されることを想定し文字個々の左右のバランスを整えデザイン性を高める (図 -13).

⑥可読性向上のための工夫

取扱説明書やマニュアルなど、文章への使用を想定し、若干小さく見える仮名を「本文用仮名」と称し別書体として用意する (図 -14).

なお組み合わせる欧文書体については日本語と同様の評価を経た結果、URW 社の F015 という書体に決定。日本語同様、UD の見地から文字個々に修正を施した。

UD フォントのバリエーション

前述の通り、視認性を重視すると角ゴシックが最も評価が高い。したがって当初は「UD フォント」イコー

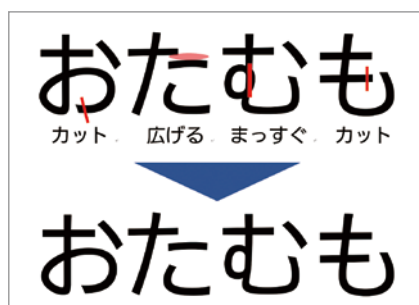
ル「UD ゴシック」であった。しかし多くのユーザからさまざまな用途に向けた UD フォントを作ってほしいという声が増え、現在ではさまざまな UD フォントのバリエーションが誕生している (図 -15)。ある程度の視認性は担保しつつもその商品の目的や購買層により視認性、判読性、デザイン性、可読性のバランスを見直したものだ。

UD ゴシック

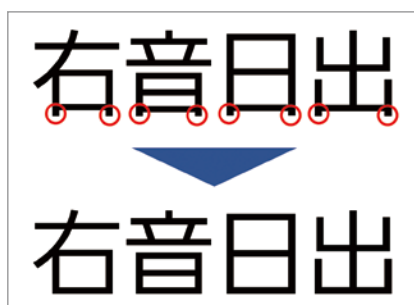
UD フォントとして最初に開発しパナソニックに納品したのは UD ゴシック R、UD ゴシック M の 2 書体であった。また UD ゴシックを市販してからまもなくさまざまな文字サイズや用途に応えるため、細いウエイトから太いウエイトまで拡張した。現在、UD ゴシックは L/R/RA/M/B/E/H の 7 ウエイトに増えている。

UD 丸ゴシック

ある程度の視認性を確保したいが、女性や若者向けの商品に使用したい、あるいは堅苦しい機械のイメージを少しでも和らげ親しみを持ってもらいたいとの声から UD 丸ゴシックを製作した。



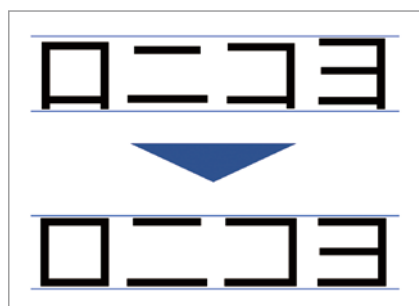
■ 図 -9 ひらがなの修正例



■ 図 -10 漢字の修正例



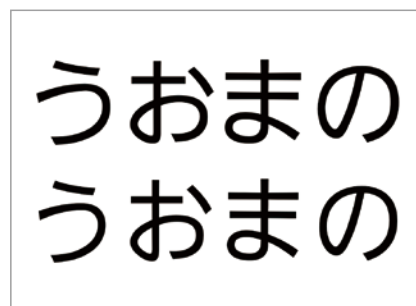
■ 図 -11 カタカナの修正例



■ 図 -12 カタカナの修正例



■ 図 -13 漢字の修正例



■ 図 -14 表示用仮名 (上) と本文用仮名 (下)

UD 明朝

高級品のパンフレットに格調がほしい、あるいは高齢者向けの会報に使うのにはゴシックよりは明朝という声に応えるために開発。悪条件での印刷時にかすれやすい横線を太めにするなどの工夫を施した。一般の明朝体の縦横線の比率が 30 ~ 50% ほどなのに対し UD 明朝は約 2 倍の 60 ~ 80% にしている (図 -16)。

UD 新聞明朝 / UD 新聞ゴシック

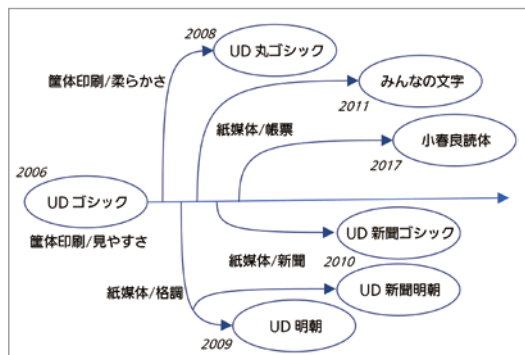
高齢化が進む新聞読者に対し大文字化を進めてきた新聞業界であったが記事量の低下に頭を悩ませていた。文字そのものの視認性と可読性を高める必要性を感じ、イワタと長野県の信濃毎日新聞社が共同開発。UD 明朝をベースにしつつ新聞という商品に合うよう 85% 扁平を標準とするデザインとした。いまや全国 30 紙以上で使われる書体となった。

みんなの文字

生命保険の案内状や請求書など生命や財産にかかわる帳票を見やすくしたいと UCDA (一般社団法人ユニバーサルコミュニケーションデザイン協会) からの要望を受け開発。UD ゴシックが主に単語レベルの見やすさを追求したのに対し、文章でしかも帳票でありがちな小さな文字での視認性をあげることに特化。のちに (株) 電通も開発に参加しより広いユーザー層の検証をしながら完成。

小春良読体

共同印刷 (株) との共同開発で帳票印字やパッケージ



■ 図 -15
UD フォント
のバリエーション

ジの成分表示等を対象に特に小さな文字における読みやすさの向上を目的に開発。正方形の仮想ボディの中に長体のレターを持ちさらに濁点と半濁点を大きくデザインしている。

その他

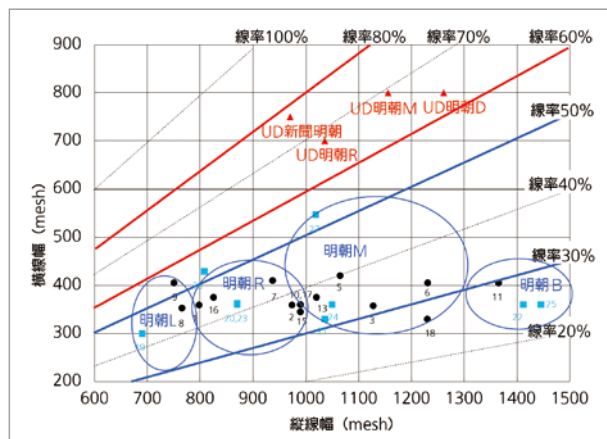
上記の各種 UD フォントをベースにして個別の商品ごとにカスタマイズする例も多い。たとえば画面の UI (ユーザインタフェース) の限られた高さの中でより大きく見せるために日本語と欧文の大きさのバランスを調整したり、出版社のハウスルールに合わせた字形変更、業界向けの文字追加などを行ったりしている。また国内メーカが海外に輸出するために UD ゴシックの簡体、繁体、ハングルなどの外国語化の需要も多い。

UD フォントの特徴的な使い方

いまやたくさんの分野で使用されている UD フォントであるが、従来書体にはない特徴的な使用方法を紹介する。

会社や商品ごとの統一書体

企業が UD フォントを導入する場合、製品単品ではなく、事業部や会社全体で UD に統一して使用することが多い。たとえばパナソニックのように社内規定で UD フォントの使用を義務づけたり、鉄道会社が全駅の案内板を UD フォントに統一したり、スーパーが全国



■ 図 -16 主な市販の明朝体と UD 明朝の縦横線比率

の店舗でフォントはもちろん、色や空間設計をUD化あるいはバリアフリー化するケースである。

変形での使用

家電製品においては軽薄短小の傾向、さらにユーザーへの注意喚起や成分表示の必要性から文字を小さくさらに変形（特に長体）せざるを得ないケースもある。たとえば食品パッケージの裏面や広告の商品スペック表記などだ。このように限られた小さいサイズでより文字を見やすくするためにUDフォントは有効だ。

UDフォント使用のPRや社告

UDフォントを導入する場合、商品個々の見やすさの向上はもちろんだが、企業としてUDに取り組んでいるという姿勢を社会にPRすることも必要となる。そのため商品や関連ドキュメントに「この商品はUDフォントを使用しています」と表記することも多い。たとえばCSRレポート^{☆1}や預金通帳の裏表紙、商品のカタログや取扱説明書などにロゴマークとともに記載する。新聞がUDフォントを導入する初日に社告とともにUDフォント特集を組むこともある。

和欧文の混植

UDフォントは製造業での採用も多く、その商品に表記される文字は和文だけでなく欧文との混植も多い。たとえば家電製品であれば「IH クッキング」「DVD プレーヤー」など。和文と欧文それぞれの視認性だけでなく混植した場合のデザイン的な親和性や文字が揃って見えることはユーザーによって重要な選択理由となる。

UDフォントの課題

エビデンスについて

最近ではUDフォントのエビデンスを公開している例が増えてきた。注意しなければならないのは、メーカ

がその結果に一喜一憂し、ユーザーが唯一無二のように感じてしまうことだ。従来比にしる他社比にしる、現在の立ち位置を確認したりどれほど優れているかを示すには一定の説得力はあると思う。後発商品であればなおさらだ。エビデンスそのものは真実であろうが、数ある要素を組み合わせたモデルケースであるにすぎない。フォントは本来適切に使用することによって初めて完成形となるが、実際にはフォントの使用方法など1つとして同じものはないのだ。逆に言えば目的、表示媒体、ユーザー層によって文字のレイアウト方法は変わってくるし、おのずとエビデンスも選択すべきフォントも異なる可能性がある。だから当初の目的である高齢者や軽度の視覚障がい者を守備範囲としたユニバーサルデザインのフォントであることには違いないが、エビデンスが示す順位は絶対的なものではない。だからエビデンスを公開する際には慎重に扱う必要がある。

これからのUDフォントデザイン

フォントに求められる要素は視認性だけではない。時として文章になったときの可読性であったり、文字を見る人の情感に訴えるデザイン性だったりする。誤解を恐れずに言うとUDフォントにも美しいと感じる要素がないと絶対に使われない（ここで言う美しさとは製品への適合性であり購買意欲を高める要素である）。そしてフォントを作るにあたり何より難しいのは視認性と相反する可読性とデザイン性をいかにバランス良く取り入れるかであり、そこがメーカの技量が最も問われるところなのだ。UDフォントが世に出てから十数年のあいだにユーザーの目も確実に肥えてきている。我々フォントメーカはUDフォントを一時のブームで終わらせるのか、それともさらに進化し、長く使われるフォントを世に出すことができるのか。今後の行方を左右する大事な時期に立っていると言える。

（2019年7月31日受付）

■水野 昭 a_mizuno@iwatafont.co.jp

（株）イワタ 代表取締役社長。コンピュータメーカでの電源設計、LSI設計などを経て2002年（株）イワタ入社。以後、技術部門の責任者としてイワタ書体ライブラリの開発、特注フォントの開発に従事。UDフォントは開発当初より責任者。2015年より現職。

^{☆1} 企業が環境など社会的な取組みについてまとめ公開したもの。

[デジタルタイプー文字情報処理基盤の今とこれから]

2 Webフォント

—日本語環境における「戦い」と、 文字の歴史の延長線にある基盤技術—



関口浩之 | SBテクノロジー (株)

Web フォントをご存知だろうか。ブランディングや作業効率などの点から Web フォントを使った Web サイトが増えてきている。Web フォントとは、Web サイトを閲覧するデバイス側のフォントを使うのではなく、Web サイト側で指定されたフォントをサーバから送信し、受け取る側は、そのフォントで閲覧できる仕組みのことである。

文字の歴史から見えてくるもの

文字の誕生

身近な存在であり、なくてはならない存在である「文字」。ビジュアルコミュニケーションの基盤といっていだろう。文字が存在しなかったら、標識や案内板があっても目的地にたどり着くことは困難になり、書籍や Web から情報を入手することも難しくなるであろう。Web フォントの本題に入る前に、「文字は、いつ誕生し、どのように進化したのか」を考えてみたい。

文字が誕生したのは、今から約 5,000 年前と言われている。メソポタミアで楔形文字、エジプトでヒエログリフ（神聖文字）が誕生した。少し遅れて、中国で漢字が誕生している。

文字の誕生は、人類史上、最大の発明といっていだろう。文字誕生の何がすごいかというと、情報伝達の記号が体系化され、人々が共通認識できるインフラストラクチャになった点である。ヒエログリフは、現在では、Unicode（ユニコード）に収録され、パソコンで表示することができる。

文字が発明された当時、紙は存在していなかったの

で、文字が刻まれる材質は、粘土板、石碑、動物の骨、亀の甲羅、木片などであった。歴史を後世に伝えたい、宗教を広めたい、科学を記録しておきたい、などなど、そんな人類の欲求の高まりが文字を発明させたのかもしれない。

活版印刷術の誕生

15 世紀になると、Gutenberg（グーテンベルグ）により活版印刷術が発明され、書物の製作工程がハンドライティング（手書き）からプリンティング（印刷）に変革したのである。金属活字で組版して、書物を一度に大量生産できるようになったことは、情報伝達のビッグバンといってもいいだろう。

活版印刷は、金属活字を使うので、文字のサイズごと（「初号」とか「5 号」とか）に活字を鋳造し活字棚に収められる。使用頻度が高いひらがなの「い」「ん」「か」「し」などは多めに鋳造する必要があった。活字棚から金属活字を拾い（「文選^{ぶんせん}」という）、それら活字を DTP^{☆1} 組版のように植字台で組むのである（図 -1）。

写真植字の誕生

20 世紀に入ると、写真植字（略して「写植」という）が実用化された。写植機の誕生で、文字サイズごとに活字を鋳造する必要がなくなり、同じ活字を何本も用意する必要もなくなった。写植機の仕組みは、文字盤に光をあてて、レンズを経由して印画紙に文字を焼き

☆1 Desktop publishing「デスクトップパブリッシング」の略称であり、日本語では「机上出版」を意味する。

付ける方式である (図-2)。1つの活字を利用して文字サイズ指定ができるようになり、文字と文字をくい込ませて詰め組みすることも可能になった。

デジタルフォントの時代へ

そして、20世紀後半、DTPの時代がやってきて、「アナログ活字」から「デジタルフォント」の時代に大変革したのである。文字が誕生してから5,000年の歴史があるが、デジタルフォントが使われるようになってから、まだ、たったの40年である。

本稿の冒頭で、文字の歴史とフォントの変遷を詳しく書いた。なぜなら、「Webフォント」とは、ビジュアルコミュニケーションにおける1つの表現手法であり、情報技術の歴史の中での通過点と思ったからである。

文字が誕生してから、それらを記録する材質や媒体、コンテンツを制作する仕組みやツール、情報を運ぶインフラが変化を遂げてきた。そして、それらが変化するスピードは、今後、ますます加速するであろう。情報を「誰でも」「いつでも」「どこでも」「正確に」「すべ

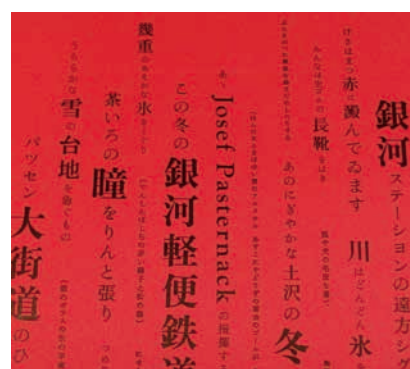
ての人々に」伝えたいという人類の欲求は、いつの時代でも不変である。

そのような背景を踏まえて、近年、さまざまなデジタルフォントが自由に使えて、視覚表現が豊かになり、インターネットというアクセシブルな世界で活躍する「Webフォント」をひも解いていく。

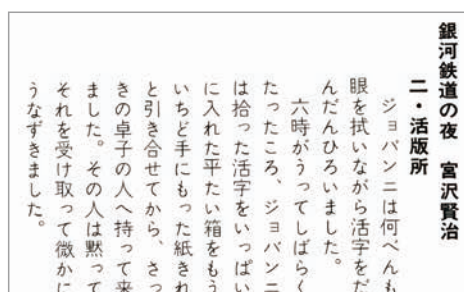
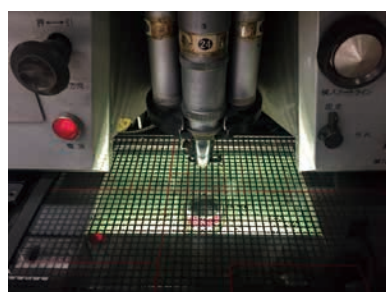
Webにおける文字表現の変革

インターネットの幕開け

インターネットを身近に感じるようになった大きな契機の一つは、1996年4月1日にサービスを開始した検索サービスYahoo! JAPANであろう。当時のインターネット環境は、回線速度はモデム接続で28,800 bps (bit per second)、ブラウザがNetscape Navigator 2.0だった。そして、インターネット黎明期のWebページは、いくつかのイラストや写真データとテキストデータで構成されたシンプルなものだった。



■図-1 活版印刷での組版 写真提供:佐々木活字店



■図-2 写植機での組版 写真提供:LampLighters Label

インターネット黎明期におけるフォント

パーソナルコンピュータが爆発的に普及したのも1990年代後半である。Windows 95 のリリースがパソコンを身近にしたといえよう。インターネットに接続して、Yahoo! JAPAN で検索すれば、いつでもどこでも欲しい情報が入手できる時代になった。

Yahoo! JAPAN が立ちあがった1996年の当時、どんなフォントがパソコン画面に表示されていたか、覚えているだろうか？ 画面に表示される文字は、通常、パソコン OS に搭載されたフォントを使用している。システムに搭載されたフォントなので「システムフォント」と呼ぶのが一般的である。

Windows 95 のシステムフォントとして、「MS ゴシック」「MS P ゴシック」「MS 明朝」「MS P 明朝」が搭載され、Macintosh System 7.5 には、「Osaka」(角ゴシック体) が標準搭載されていた。

また、当時のパソコン画面は、ブラウン管ディスプレイであり、解像度は1,024 × 768 になったばかりの時代であった。縦横比は4:3 が主流であり、1,600 × 1,200 の解像度ディスプレイの登場は1999年であった。当時、アウトラインフォントよりもビットマップフォントが活躍していた時代であった。

システムフォントの変遷

Macintosh のシステムフォントでは、2001年にリリースされた Mac OS X 10.1 に「ヒラギノ」書体(角ゴ W3/W6/W8, 明朝 W3/W6, 丸ゴ W4 の6書体)が搭載された。この大きな出来事は、最近のこのように感じるが、今から18年前のことである。その後、macOS に搭載されるシステムフォントは増え、現在の macOS に搭載された日本語書体は28フォントになった。

一方、Windows のシステムフォントでは、Windows 98 で、「MS UI Gothic」が追加され、2006年にリリースされた Windows Vista で「メイリオ」が搭載された。

そして、2013年にリリースされた Windows 8.1 および Macintosh の OS X Mavericks で「游ゴシック」と

「游明朝」が搭載された。これにより、Windows 環境と Macintosh 環境の双方で同じ書体のシステムフォントが使えるようになった。これもとても画期的な出来事だった。

近年、多くのメーカーからスマートフォンやタブレットが発売されているが、パソコンとは違ってシステムフォントはまちまちであり、標準で表示されるフォントはデバイスにより異なるのである。

テキストデータと画像データ

インターネットの誕生で、パソコンやスマートフォンなどのディスプレイ越しに情報を入手できるようになった。Web コンテンツは、拡大表示したり、読み上げ機能(スクリーンリーダ)と連携したり、ソースコードを見ることがもできる。つまり、Web コンテンツはマシンリーダブルな情報なのである。その点が、紙媒体とは大きく異なる点である。

Web ページにおける文字情報は、テキストデータで表現することもできるし、画像データとして表現することも可能である。テキストデータの場合、文字をドラッグして右クリックすると[コピー]や[検索]の選択肢がでてくる(図-3)。

ホテル名や住所をコピーしようとしたけどできなかったという経験はないだろうか？ 素敵なキャッチコピーの文章をドラッグしようとしても掴めない経験はないだろうか？ 画像データとして制作された文字情報は、右クリックすると[画像をコピー]の選択肢が出てくる。その場合、その文字は、画像編集ソフトで制作された画像データ(PNG 形式や JPEG 形式など)なのである。



■図-3 テキストデータは文字がコピーできる

Web フォントの誕生

インターネットの世界でフォントが放置された？

1990年代半ばからパソコンとインターネットが普及し、誰でも、どこでも、どんな情報も入手できるようになった。しかしながら、情報伝達において重要な役割を持つ「フォント」が、Webの世界では、長年、放置されたといってもいいかもしれない。前に述べたように、OS搭載のシステムフォントは増えてきたが、明朝体とゴシック体の基本書体に限られていた。

グラフィックデザインの仕事に従事している人は、さまざまなフォントを購入して、パソコンにインストールしてデザインしていたが、一般のパソコンユーザはシステムフォントしかパソコンに入っていないのが通常だった。

「子供向けコンテンツなので可愛い書体で表現したい」「メインビジュアルの中の文字は筑紫明朝で表現したい」「キャッチコピーは文字組みにこだわりたい」などのニーズに対しては、Web制作現場では、画像編集ソフトで制作して、画像データとして配置するしか解決策がなかったのである。

文字情報は、画像データでなく、テキストデータであるほうがいいに決まっている。しかしながら、2010年前後まで、Webフォントを表示できる環境がなかったため、グローバルナビゲーションや見出しやキャッチコピーの表現において、デザイン性を重視する場合、画像データとして文字を配置する必要があったのである。

Web フォントの誕生

そんな中、2009年頃から各社ブラウザがWebフォントに対応するようになった。米国では、2010年に、Google FontsやMyFontsなど、いくつかのWebフォントサービスが産声をあげた。

OpenType形式やTrueType形式から、Webフォントの標準的な形式であるWOFF(Web Open Font Format)形式に、自分で変換して、Webサーバに設置することでWebフォント配信が可能になる。しか

しながら、現在流通するフォントの使用許諾を読むと、Webフォントの利用は禁止、または別の許諾になっていることが多い。そのため、Webフォントサービスを契約して利用するのが一般的である。

Webフォントが使えるようになると、英語圏のWebサイトは大手企業から中小企業まで、こぞって採用するようになった。現在では、海外の有名企業サイトで、Webフォントを使用していないサイトを探すのが困難なくらい普及している。

Webフォントは、アクセシビリティ、ブランディング、SEO^{☆2}、サイトの効率的な運用の観点等において、画像で文字を表現するよりも、メリットがあるといわれている。Webフォントで表現すると、代替テキスト(alternative text)を記述する必要がなくなり、アウトライン情報なので拡大しても文字が綺麗に表示される。テキスト情報なので、検索対象としても扱われやすくなり、サイト更新時に画像データや代替テキストの差し替え漏れを防ぐことにもつながる。

日本語 Web フォントが市民権を得られるまで

日本において、Webフォントの普及は順調だったかといえば、答えはノーである。海外でWebフォントの導入が比較的順調に進んでいた2010年頃、「日本語Webフォントのサービス化は難しい」といわれていた。なぜなら、日本語の文字数は膨大であるからである。

ところで、日本語は一体、何文字あるのだろうか？

戸籍に登録可能な文字である戸籍統一文字は5万文字以上ある。しかしながら、Webの世界で使われる文字セットは、通常、そこまで必要としていない。Adobe-Japan1-6(Pr6)を例にとると約2万3千文字である。それでも、欧文の文字セットと比べるとかなり膨大である。

日本では企業向けWebフォントサービスは2011年に「FONTPLUS」、2012年に「TypeSquare」が産声をあげた。当時の日本語Webフォントは、ページの表示時間が遅かった。システムフォントが一度表示されて、そ

^{☆2} Search Engine Optimizationの略称であり、検索エンジン最適化を意味する。

の後一呼吸してから、Web フォントが表示されることが多かった。「やはり、日本語は1万文字以上あるし、高速で表示できるわけない」と思った方が多かったと思う。

その後、各社 Web フォントサービスの配信技術が改善され、2014 年頃までには「この表示スピードなら Web フォントを導入しよう。画像での文字表現はやめよう」という動きが出てきた。もう1つ、市民権を得る契機になった理由は、レンダリング（アウトラインフォントを液晶ディスプレイに表示するための描画機能）に課題があったレガシーな OS やブラウザが 2017 年までにサポート終了になった点が挙げられる。

2019 年 8 月現在、日本語に対応した Web フォントサービスは、「FONTPLUS」「TypeSquare」「Google Fonts」「Adobe Fonts」「REALTYPE」「DynaFont Online」「FontStream」などが存在する。

ダイナミックサブセッティングという解決策

日本語 Web フォントの実装方法は、大きく分けて2種類ある。1つは、必要な文字をサブセットして Web サーバに配置する方法、もう1つは、Web フォントサービスが提供する JavaScript を活用して、そのページに必要な文字列を、Web フォントサーバから取得して閲覧者のデバイスに表示する方法である。

前者は、よく利用される文字列を WOFF 形式でサブセットしてサーバに設置する方法である。一度、閲覧デバイスにフォントがキャッシュされると、その後の表示はスムーズである。しかしながら、それに含まれない文字があると、その文字はシステムフォントになってしまうデメリットがある。「じゃあ、フォントに収録された文字を全部、WOFF 形式に変換して配信すればいいじゃん」と思うかもしれないが、そうすると、1書体で数メガバイトのデータ容量になり、複数書体あると 10 メガバイトを超える可能性も出てくる。また、そのような

利用方法が使用許諾の範囲かどうかを確認することも、とても重要なことである。また、使用許諾が OK でも費用はかかるのかどうかの確認も必要である。

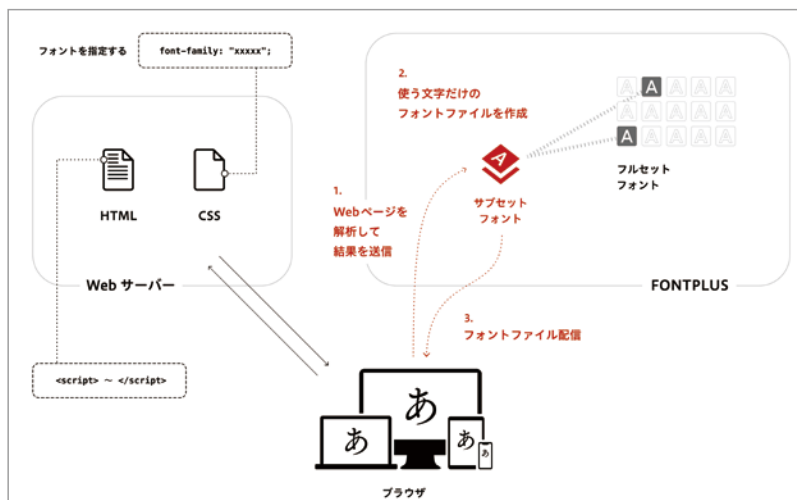
後者は、ページ単位に必要な文字だけ取得するので、複数書体あってもデータ容量が膨れ上がることはまずない。たとえば、本稿は約 9,800 字の文章量であるが、Web フォントサーバに取りに行く文字数は約 690 文字である。重複する文字は1文字として計算しているのである。

毎ページ、重複した文字を名寄せして、そのページで使われている文字だけを Web フォントサーバに取りに行くことを「ダイナミックサブセッティング」方式という（図-4 参照）。表示速度が改善された後、導入のしやすさから、この仕組みを使った Web フォントの導入が主流となっている。ただし、この方式の Web フォントサービスは有料の場合が多いが、フォントベンダへの使用許諾料が含まれているので安心である。

Web における文字表現は紙での表現力を超えられるのか

Web フォントで広がる文字表現

まずは、分かりやすいサンプルを紹介しよう。「吾輩は猫である。」のフレーズを、さまざまなフォントで表現



■図-4 ダイナミックサブセッティング方式の概要図

してみよう。可愛らしい表情、笑っている表情、怒っている表情、おどろおどろした表情などなど。猫に個性があるように、フォントにも個性がある (図-5)。

Web フォントが当たり前のように使われる昨今、文脈や背景にあった書体選びが重要になってきた。約3,000 書体が使える Web フォントサービスも存在する。CSS^{☆3} でフォント指定が簡単にできる時代だからこそ、フォント選びのノウハウは、デザイナーだけのものではなくなった。プログラマやエンジニアにとっては、クリエイティブの幅を広げる良いチャンスなのである。

とはいっても、「数千書体の中からどんなフォントを選んだらいいの?」とよく聞かれる。まずは、よく使われている書体を観察してみることが上達の近道といえる。FONTPLUS という Web フォントサービス^{☆4} では、よく使われる Web フォントの人気ランキング (TOP100) を発表しているので参考にするのもよいだろう (図-6)。そして、実際にさまざまなフォントで組んでみたり、比較したりすることを、おすすめする。

Web での文字組み表現は進化中

グラフィックデザインでは、美しい文字組みは重要かつ基本的な要素である。本文はべた組みであっても、見出しは文字詰めをして読みやすく表現したい。数年前まで、Web では文字詰め表現することが難しかった。しかしながら、CSS の font-feature-settings プロパティを使用することで、指定した要素を文字詰め表現できるようになったのである (図-7)。また、Web フォント配信ベンダ側で、独自の文字詰め配信機能を提供して

☆3 Cascading Style Sheets の略であり、スタイルシート言語を意味する。
 ☆4 <https://fontplus.jp/>

吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。
吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。
吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。
吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。
吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。
吾輩は猫である。名前はまだ無い。	吾輩は猫である。名前はまだ無い。

■図-5 猫に個性があるように文字にも個性がある

いるケースもある。

では、Web における文字組み表現は、グラフィックデザインに近づけたのだろうか? 答えは、ノーでもありイエスでもある。細かい禁則処理の指定や縦書きの文字詰め処理など、ブラウザ側での対応は簡単ではないであろう。しかしながら、W3C^{☆5} が策定している CSS3 レイアウトモジュールやフォントモジュールなどのさまざまなプロパティに、各ブラウザベンダの対応が徐々に進んでいる。日本語ならではの縦書き横書きのレイアウト指定ができる「writing-mode プロパティ」にすべてのモダンブラウザが対応している。今後も、ブラウザ側の進化を期待したい。

この後で紹介するが、Web ならではの実用性と高いデザイン性を兼ね備えた Web コンテンツが、ここ数年

☆5 World Wide Web Consortium の略称で、Web 技術の標準化を推進する非営利団体。

■図-6 Web フォントの人気書体ランキング
 (「FONTPLUS」サイトから引用 (2019 年 8 月 15 日時点))

秋の企画・漱石VIPフェア 吾輩は、「猫」である展 2019年10月23日 (火) ~11月30日 (土)	秋の企画・漱石VIPフェア 吾輩は、「猫」である展 2019年10月23日 (火) ~11月30日 (土)
--	--

■図-7 役物 (記号など) は文字詰めしたほうが読みやすい

どんどん増えている。Web フォントを活用すれば、サイトブランディングや文字表現力も高めることができるのである。

Web フォント導入事例

日本語 Web フォントの導入事例で代表的なものを2つ紹介しよう。

アクセシビリティとの調和

2013 年 12 月、小田原市公式 Web サイトのサイトリニューアルで、市町村公式 Web サイトとして日本で初めて日本語 Web フォントが導入された。通常、アイコンの中の文字は、画像データとして表現することが多かったが、このサイトでは、グローバルナビゲーションの文字、アイコンの中の文字、見出し文字、本文の文字のすべてに Web フォントを適用している。

「文字色変更」ボタンをクリックすると、アクセシビリティ向上のためのハイコントラストモードに切り替わる。画像データの文字を使用しないことで、CSS の色指定変更のみで文字色変更が実現できた。画像文字の場合だと、複数の画像データを用意して出し分けする必要があった。

Web フォントはテキストデータなので、機械翻訳 API を活用し多言語対応が容易になり、テキスト読み上げ（スクリーンリーダ）への対応が短期間で実現できたのである。このサイトでは「ハミング」という親しみやすいフォントを採用しており、市民との距離感が近くなったのではないだろうか（図-8）。

着物には明朝体がよく似合う

日本の伝統的な衣服である着物には、ゴシック体でなく、明朝体がよく似合う。そして、明朝体の中でもモダンスタイルよりもオールドスタイルの明朝体が似合う。鈴乃屋「衣のいのち」の特設サイトでは、「筑紫明朝」というフォントを採用したことが、伝統と美しさのイメージに寄与していると感じた。

また、Web では縦書き混在のレイアウトは難しいと思われていたが、着物の小冊子をめくる感覚になるのは、ナビゲーションの工夫、縦書き横書き混在のレイアウトの工夫が、寄与していると感じた（図-9）。

情報伝達の主人公、フォント

これからのデジタルフォント

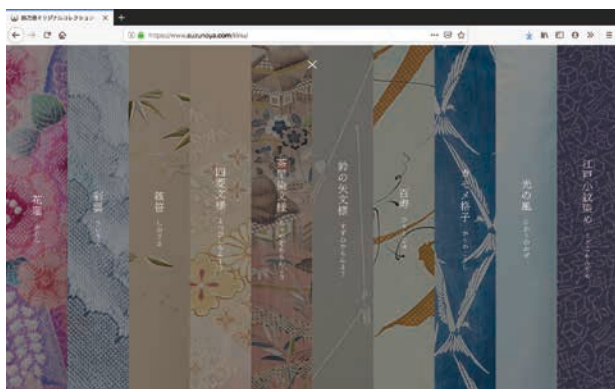
インターネット誕生から Web フォントが使えるように



図-8 小田原市公式 Web サイト

なるまでの約 20 年間、Web での文字表現には制約があった。文字表現の幅を広げるためには、画像データとして文字を表現する必要があった。昨今、「新しい絵の具」としての Web フォントが使えるようになり、HTML と CSS で文字表現の幅が大きく広がったのである。つまり、Web を制作する側のビジュアル表現の幅が大きく広がったのだ。

一方、Web を利用する側の環境も多く変化している。スマートフォンやタブレットで Web 閲覧する比率が 50%



■図-9 鈴乃屋／衣のいのち

を超えたといわれている。そして、スマートフォンの回線が 5G^{☆6} になると、数十メガバイトのデータも瞬時にダウンロードできるようになるだろう。文字情報は、インターネットに接続されたさまざまなデバイスに表示されるようになり、ディスプレイも高解像度化が進み、ますます綺麗に表示されるようになって考えられる。近い将来、空間に立体的に文字情報を表示できる時代がくるであろう。フォントを提供するベンダ側の技術も進化し、1つのフォントデータから 3D 表現できるようになることが期待される。

情報伝達の主人公

5,000 年前に文字が誕生してから、文字を記録する媒体、文字を表現するツール、情報を伝達するためのインフラが変化を遂げてきた。粘土板や石碑から紙へ、そして電子媒体、VR^{☆7} 媒体や AR^{☆8} 媒体へ、写書から活版印刷、そしてオフセット印刷へ。物理的輸送からインターネット経由へ。アナログ組版から DTP 組版へ。紙の書籍から電子書籍へ。すべてが切り替わるわけではないが、時代を反映した技術やフローが存在する。変化に追いつくことは大変かもしれないが、選択肢が広がったと考えるべきであろう。

そんな中、5,000 年間、変わらないものがある。文字やフォントは手段であり、それらを使う目的は、「情報を分かりやすく、正確に、誰にでも提供する」ことである。情報伝達における重要なインフラストラクチャなのだ。文字、そしてフォントは、これからも情報革命の主人公であることに変わりはない。

(2019 年 8 月 15 日受付)

- ☆6 5th Generation の略称で第 5 世代移動通信システムを意味する。
- ☆7 Virtual Reality の略称で仮想現実を意味する。
- ☆8 Augmented Reality の略称で拡張現実を意味する。

■関口浩之 hsekiguc@tech.softbank.co.jp

SB テクノロジー（株）。Web フォント エバンジェリスト。1980 年代に日本語 DTP システムの製品企画に従事した後、1995 年にソフトバンク技研（現 SB テクノロジー）へ入社。Yahoo! JAPAN の立ち上げなど、この 20 年間、数々の新規事業プロジェクトに従事。

[デジタルタイプー文字情報処理基盤の今とこれから]

3 フォントエンジニア

ーフォント技術を支える仕事ー

齊藤暁男 | Monotype 株式会社

フォントエンジニアとはどんな仕事か

フォントエンジニアの仕事には、フォントの制作そのものとそれに関連する技術的な知識が必要であると考えている。

私の本来の業務は、フォントラスタイザ（後述）などのフォント関連技術の組込みサポートだが、フォント生成時のデータ出力や評価用ツールを作成するなど、後述するフォントの仕様や使用環境などについてかわる機会が多くありその経験を買われて、Monotype が初めて制作する日本語書体のフォントエンジニアとして携わるようになった。

フォントの仕様としては 2016 年にバリアブルフォントが発表され、現在ではそれを利用できる環境が整いつつある状況ではあるが、実際に使用されているフォントデータの構造は大きく変わってはいないのが現状である。しかし、フォントデータを扱う環境は劇的に変化している。携帯電話がスマートフォンに置き換わり、腕時計型のウェアラブル端末が一般的になり、VR ゴーグルといったまったく新しいディスプレイの登場もある。また、継続して使われ続けている Windows や Mac といったデスクトップ環境もディスプレイの解像度という点では、非常に大きく変化している。詳細は後述するが、フォントデータにはいくつかのフォーマットが存在し、それぞれのフォーマットに対応したラスタイザがあることでディスプレイ上の文字の形を表現することができている。このように変化するデスクトップ、モバイル、ウェアラブル、組込みといったさまざまな環境でフォントデータを不自由なく使えるようにすることは、フォントエンジニアの重要な仕事の 1 つだ。

文字デザインがフォントになるまで

フォント制作には、フォントをデザインするタイプデザイナーおよびフォントエンジニアの共同作業が必要である。そのフォントデザインの方法は、デザイナーにもよるが、フォントのデザインを決める上で重要となる文字を手書きでスケッチし（もちろん、スケッチを使用しないでコンピュータ上でゼロからアウトラインを作成するケースも考えられる）、それをスキャンしたものを下敷きにしてコンピュータ上でアウトラインを引いていく。ここで使用するグリッド空間（デザインユニットと呼ぶフォントデータ内でグローバルに使用されるグリッド数）のデザインが文字のアウトライン情報となる。フォントから文字を出力する際には、このアウトライン情報をスケーリングして描画したものを使用する。

アウトラインの制作環境は Monotype の場合、Glyphs というアプリケーションを使用している。図 -1 は Glyphs における文字の一覧画面のスクリーンショットである。フォントデータと同様に基本的には単一のファイルで文字のデザインを管理し、ここから出力したアウトラインデータの集合に、後に説明するキャラクタマッ



図 -1 Glyphs アプリの字形一覧画面

プやデータを編集・付加してフォントデータとして仕上げる（フォントデータの要求仕様や使用環境次第ではフォント制作アプリケーションから出力したものをそのまま使用することも可能である）。

また、フォント作成時の以下の作業もフォントエンジニアの重要な仕事である。

- フォント制作のサポート、およびデータ生成のプロセスを担当する業務
- フォントデータの品質を検証する業務

フォント制作のサポート、およびデータ生成のプロセスを担当する業務

Monotype の日本語フォントは、日本オフィスに所属するデザイナーを主体にして制作されている。この日本語を含む CCJK フォント（簡体字中国語、繁体字中国語、日本語、韓国語）は一般的に収録文字数が非常に多く、収録には膨大な単純作業・反復作業を必要とする。これらデザイン作業の負荷を少しでも軽減できる仕組みや自動化ツールを作成したり、作業手順についてデザイナーと相談し効率化を図ったりする。たとえば、文字の構成をデータベース化して共通するエレメントをあらかじめ配置し、再利用できるような仕組み作りである。

フォントデータ生成プロセスではフォントの使用環境に合わせたデータの生成を行う。自動化されている作業も多いが、要求仕様次第でエンジニアが手を加えてデータを生成する場合もある。

フォントデータの品質を検証する業務

アウトラインの検証、データの整合性、使用環境での確認等幅広い作業を行う。

上記プロセスで生成されたデータについて OpenType の仕様を満たしているか、対象環境や顧客からの要求仕様を満たしているか、Monotype として販売・ライセンスするための品質は満たしているか、等の確認を行う。こちらも自動化されている作業は多いが、特殊な環境や一部のカスタムフォントの場合等は必要とされる

検証業務を行う。

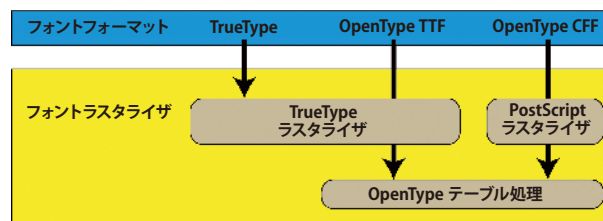
次章ではフォントを扱う上で把握しておくべき情報について説明する。

フォントデータのフォーマットの違いについて

フォントデータは大きく分けて TrueType（拡張子が TTF のもの）、TrueType ベースの OpenType（以降 OpenType TTF、拡張子が TTF のもの）、PostScript ベースの OpenType（以降 OpenType CFF、拡張子が OTF のもの）の 3 種類のフォーマットが主流である（ビットマップフォントや PCL フォント等、ほかにも多数のフォーマットが存在するが、ここでは省く）。

現在のほとんどの環境ではこれらのフォーマットの違いをユーザレベルでは意識せずに不自由なく使用できるが、これはフォントデータを扱う OS やアプリケーションで同じように扱えるように対応しているためである。

もう少し詳しく説明すると、TrueType フォント（TrueType および OpenType TTF）、OpenType CFF はそれぞれ文字を描画するために別々の処理系を持っている。TrueType フォントから文字を出力する場合には、TrueType 用の処理（ここではラスタイザと呼ぶ）、OpenType CFF の場合には OpenType CFF 用のラスタイザが必要となる。もちろん、これらはアプリケーションプログラミングインタフェース（以降 API）レベルでは統合されていることが一般的であり、現代の環境であれば、前述のようにユーザレベルではフォーマットの違いを意識することなく両方のフォントデータを扱うことができる。図-2 はフォントフォー



■図-2 フォントフォーマットとラスタイザとの関係図

マットとフォントラスタイザとの関係の一例。両方扱えないケース事例としては、Windows 環境での旧来のグラフィックデバイスインタフェース（以降 GDI）や GDI+ の API を使用しているアプリケーション等は、OpenType CFF フォントを扱えない。

また、OpenType 機能を備えるフォント（OpenType TTF および OpenType CFF）は TrueType と比べて異体字の対応や文字詰め情報の収録といった点で機能的な優位性がある。ただし、これらの機能を使用するには、フォントを扱う側（OS、ラスタイザ、レイアウトエンジン、アプリケーション等）にて対応している必要がある。

文字コード、文字エンコーディングと文字セット

ここでは、フォントデータから文字の出力を得ようとする際にどのようにその文字を指定しているのかを説明する。

まず「文字セット」とは特定の文書を表現するために必要な文字の集合である。フォントデータは通常ある一定の文字セット（たとえば JIS X 0213:2004 や CP932 等）をカバーすることでその役割を十分に果たすことができる。

「文字コード」と「文字エンコーディング」という用語について、両者はしばしば混同して使用されている場面が見られるが、正確にはそれぞれ違うものを指している。

大まかに言うと、文字コードとは文字を示す数値、文字エンコーディングとは文字コードを文字と紐づける方式、という形で理解すればよい。昨今の環境は、Unicode エンコーディングを前提としたものがほとんどを占めるために上記のような現象を目にする機会は減ってきているが、たとえば 10 ～ 20 年前のデータを閲覧する際にテキストデータが文字化けして読むことができない場面もある（同様の現象は、やはりその当時に作成された Web ページなどでも発生する）。これは

テキストファイル内で文字に指定されている文字コードが正しいエンコーディングで解釈されていないことによるものだ。なお、テキストエディタの中には文字エンコーディングを指定してファイルを開くことができるものもあり、その際に正しくない文字エンコーディングで開くと上記と同じ現象を確認することができる。

フォントデータにはさまざまな文字エンコーディングに対応する仕組みがある。フォントデータに収録されている文字には、その文字を表す名前（グリフネーム）が付けられているが、たとえば文字エンコーディング“A”で文字コード“10”の場合にどの文字にアクセスするのかといった対応表のような情報が cmap テーブルというフォントデータ内の領域に組み込まれている。これはフォントデータ制作時に人為的に付加されるものであり、通常は標準となる Unicode エンコーディングのみを含むことが主流となっているが、そのほかにフォントデータのターゲット地域の文字エンコーディングを実装するといった対応もある。

フォントデータに含まれる文字にはグリフネームが付与されているが、現在主流となっている OpenType CFF の場合、プロユースにとっては事実上の業界標準である Adobe-Japan1 にて定義されている CID の割り当て（CID-Keyed）が必要となる。

CID の割り当てとは、Adobe-Japan1 にて定義されている文字のマッピング情報を基にして文字に番号（CID）を割り当てることを言う。

上で説明している文字コードと文字エンコーディングに当てはめると、Adobe-Japan1 が文字エンコーディング、CID が文字コードと解釈可能である。

この CID による入力には特に異体字の扱いにおいて有用である。Adobe-Japan1 のキャラクタマップにおいては CID と文字とが 1 対 1 で決まっている。一見当たり前のようではあるが日本語の漢字においては異体字があるために、Unicode では 1 つの Unicode 番地に対して複数の字形が存在している。

もちろん Unicode エンコーディングにおいても異体字の入力には対応しているが、CID 入力ほどに簡便では

なく、また使用環境もあまり浸透しているとは言えない。

この Adobe-Japan1 は文字セットとして機能しており、0～7までのサブセットも用意されている（実用上は 9,354 文字をカバーする Adobe-Japan1-3 以上が現実的）。

一番大きい Adobe-Japan1-7 は新元号「令和」の合字文字（𑜀𑜂𑜆𑜃𑜫）を含む 23,060 文字をカバーしている。

フォントに入れ込む文字以外の情報

フォントデータの内部は大きく分けると「テーブル」という単位で情報の種別ごとに分割されている。このテーブルには文字のアウトライン情報以外にもさまざまな種類のテーブルが定義されているが、特に重要な情報はフォントデータの名前や開発元、権利の所在を示す情報を含む name テーブルである。ほかにも不可欠な要素はたくさんあるが、現在の環境では name テーブルの情報を基にしてフォントを使用・指定するシステムが一

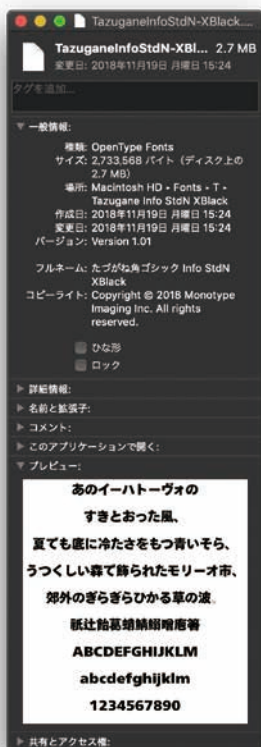
般的であり、Monotype のようなフォントデータのライセンスをビジネスとしているフォントファウンダリーとしても、この name テーブルは最も重要である。図-3～5 は Mac や Windows での name テーブルを示したものである。

フォントデータは通常的环境であればシステムにインストールされているものを使用・参照することが基本となっている。そのため、この name テーブルが正しく設定されていないと、プラットフォーム間でフォントが埋め込まれていないオフィス文書等を移動した際に正しく表示されなかったり、以前作成した文書がフォントのアップグレードによってフォントが違って表示されたりする問題の原因となる。

これ以外にも、フォントデータ生成時の情報やメトリクス情報、後述する複雑な機能を実装するための OpenType テーブルの情報等が含まれる。

フォントにおける複雑な機能の実現

代表的なものは、OpenType 機能によるカーニング情報 (kern, vkrn テーブル)、およびプロポーショナル幅 (palt, vpal テーブル) だ。カーニング情報は文字と文字の間隔を詰めたり広げたりして表示する際に参照



■ 図-3 macOS の表示例



■ 図-4 Windows の表示例



■ 図-5 Windows のフォント設定表示例

される情報となる。

たとえば図-6は、上から順に「等幅」、「プロポーションナル幅」、「プロポーションナル幅+カーニング」の表示例である。上段の“す”と“る”の組合せでは“す”の右下の空白部分がかなり広いように見える。これをプロポーションナルの字幅で表示することで中段の例はかなり自然な文字の並びが再現できている。

下段ではカーニング情報を適用し、“る”の左側を食い込ませて配置することで、より自然な文字の間隔を再現することができる。

この際の詰める（または広げる）数値は、デザイナーによってデザイン時に設定される。もちろん、ツールやエンジニアリングの技術によって自動で設定することも可能だが、その場合においても最終的な確認・調整はデザイナーによって行われることが一般的である。

このカーニング情報は1文字対1文字、1グループ対1文字、1文字対1グループ、1グループ対1グループの組合せで右（または縦組みの場合は下）に来る文字の位置をデザインユニット上でどれくらい水平移動（縦組みの場合は垂直移動）させるかという数値のことを言う。ここでの1グループとは、カーニングを設定する上で同じ特徴のアウトラインを持つ文字の集合を言う。（たとえばアルファベットの“c”と“e”は左側のカーブの形状に同じアウトラインを使用しているケースが比較的多く存在する。これらを“Y”の右側に配置する際には“c”であろうが“e”であろうが同じ詰め方でよいからため、“c”と“e”とを同じグループとして扱えることに

なる）。

この情報はすべての文字の組合せを網羅する必要はなく、デザイナーが必要と判断した組合せを実装することとなる。

カーニング情報は欧文フォントにも実装されているが、プロポーションナル幅に関しては日本語フォント特有の情報となる。

日本語フォントは文字の幅という大きなくくりでは、等幅とプロポーションナルという2種類に分けることができる。TrueTypeではこれらは通常別々のデータであるが、プロポーションナル幅情報を持つOpenTypeフォントであれば1つのフォントデータで両方を備えることができる。

ただし、このような機能をユーザが使用する場合には、アプリケーション等で上記の設定を読み込む仕組みに対応している必要がある。

図-7および図-8ではAdobe社のInDesign上でOpenType機能やカーニング情報へのアクセス方法を示す。

こういった情報は、フォントデータに収録されている文字を描画しても文字を配置する際にはデザイン空間上での原点を基準として配置するために必要である（タイ語等のアクセントや声調を含む一部のTrueTypeはそれらの文字を原点からマイナス方向に配置して制作されているものもある）。

これらの機能に対応しているアプリケーションでは、フォントデータに埋め込まれている情報を基にしてフォントデザイナーの意図した通りの文字詰めを再現することができる。

フォントエンジニアという仕事の将来

冒頭ではフォントの使用環境が大きく変わってきていると述べたが、フォントの制作環境も大きく変わってきているように感じる。先進的なものではディープラーニングを使用したフォントの生成なども試みられている。

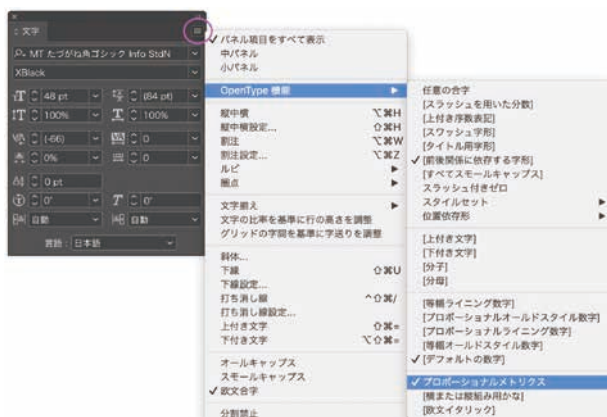
先にも述べているが、フォントエンジニアの仕事には

ノートにメモする
ノートにメモする
ノートにメモする

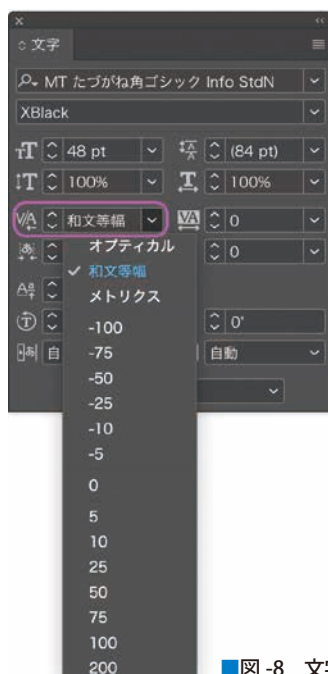
図-6 プロポーションナル・カーニングの適用事例

フォントの制作とともにフォントを使用される環境に対応させるように整えることも含まれている。

たとえば近年の最も大きなトピックであるバリエブルフォントは、任意のパラメータを設定するとフォントデータに埋め込まれている情報から任意のウエイトや字幅の文字を出力することができる。そのために、フォント制作時にバリエブルフォント用の情報を入れ込むとともに使用環境 (OS, ラスタライザ, レイアウトエンジン, アプリケーション) においてはそれを正しく解釈して文字として出力する対応が必要となる。ごく近い将来にバ



■図-7 OpenType 機能へのアクセス方法



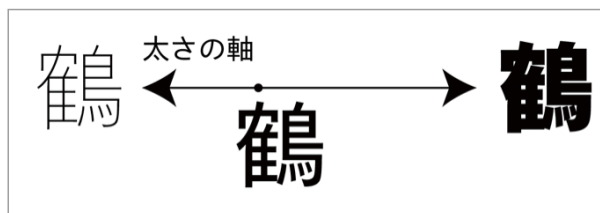
■図-8 文字詰め設定の変更方法

リエブルフォントが当たり前で使用できる環境が広く普及してくると予想されるが、どのようなバリエブルフォントを制作するのか、または可能なのかといった点でフォントエンジニアの重要性が増してくると考えている (たとえば、現状の一般的な制作環境では適さないバリエブルフォントを制作する場合も考えられる。その際にいかにして制作するかという点はフォントエンジニアの仕事の領分である)。図-9 はバリエブルフォントの概念図。

また、ここ数年でデスクトップ環境からモバイル環境への移行が急速に進んでいる。特に 2019 年 9 月にリリースされた iOS 13 では App Store 経由でのフォントのインストールに対応している。これによってモバイル環境で従来のデスクトップ環境に近いフォントの使用状況が生まれてくると想像される。

この状況とバリエブルフォントとが組み合わせることで、視認性や可読性といった観点からディスプレイにふさわしいパラメータを算出、もしくはあらかじめ設定しておくことでチューニングされた文字が表示されるような仕組み等が可能と考える。Monotype としては、130 年に及ぶフォント資産は変わらず提供するとともに、今後ますます変化するフォント使用環境にも積極的に対応していく。このバリエブルフォントを含む新しい変化は始まったばかりであるが、非常に期待できる未来であると確信している。

(2019 年 8 月 8 日受付)



■図-9 バリエブルフォントの概念図

■齊藤暁男 akio.saito@monotype.com

会津大学コンピュータ理工学部卒業。2012 年、Monotype 株式会社入社。同社初の日本語オリジナル書体、たづがね角ゴシックのエンジニアリングに携わる。

「デジタルタイプ—文字情報処理基盤の今とこれから—」

4 バリアブルフォント

—表現を広げる未来のデジタルタイプ技術—

応
般

服部正貴 | アドビ システムズ (株)

コラボレーション

バリアブルフォントは、タイポグラフィに関する国際的な組織 ATypI (Association Typographique Internationale) の 2016 年ワルシャワ大会で発表された最新の OpenType フォント形式である。この発表は Google, Microsoft, Apple, そしてアドビの 4 社合同発表で行われ話題となった。バリアブルフォントはプラットフォームに依存することなく種々の OS, スマートフォン, アプリケーション, Web ブラウザなどで使用できることを目指し統一規格として整理され、現在までに OpenType フォント形式の仕様は Version 1.8.3 まで更新されており、バリアブルフォントを開発するための機能が追加されている。この 4 社によるコラボレーションにはバリアブルフォント以前に定義された OpenType で絵文字などのカラーグリフを扱うための仕様作成が背景にあった。このときに各社はフォントのカラー化と絵文字の実装に対し共通フォーマットの成立を検討するものの意見を統一することができず、結果として互換性のないフォーマットが混在することになった。この教訓がバリアブルフォント仕様の合意に活かされた。フォントなどコア技術の開発に、各社が足並みをそろえることは歓迎すべきことである。では実際にバリアブルフォントとはいったいどんなものか詳しく見ていきたい。

可変するデザイン

バリアブルフォントは「可変フォント」とも呼ば

れ、ウエイトやスタイルなどアクシス（可変軸）と呼ばれる可変の属性を 1 つまたは複数持つことができる。ユーザがそれらの設定を変えることで、さまざまな形のバリエーションを自由に生成し、従来のフォントと同じようにアプリケーションや Web ブラウザなどで使用することができる。バリアブルフォントはマスタデザインと呼ばれるアクシスの属性ごとにそれが最大および最小となる文字の形のアウトライン情報を持つ。マスタデザイン同士を補間（内分点を計算）することで、インスタンスと呼ばれる中間デザインを算出し、デザインのバリエーションを生成する（図-1）。アクシスがウエイトや文字幅の調整、セリフなどの装飾デザインの変化などさまざまな情報を持つことにより変化に富んだデザインのバリエーションを生成することができる。

90 年代のフォント技術

実はバリアブルフォントのアイデア自体は



■ 図-1 従来の Source Sans Pro 書体（上）では、左から Regular, Semibold, Bold, Black の 4 つのウエイトを持つ。同書体のバリアブルフォント版（下）では、ウエイトは無段階に調整が可能

まったく新しいものではなく、話は1990年代前後に遡る。当時アドビはPostScript ページ記述言語とType 1形式のアウトラインフォントを開発してDTP (DeskTop Publishing) を牽引し、それらは業界標準となっていた。アドビはType 1フォントの拡張版であるマルチプルマスタタイプフェイスを発表しフォントのスタイル属性を可変させる機能を実現した。さらに、指定のフォントを持たない環境下でもドキュメントの閲覧を可能にするため、そのマルチプルマスタ技術を利用して、必要な代替フォントを生成するSuperATMと呼ばれる技術をAdobe Acrobatに搭載した。AppleもTrueTypeフォント形式を発表し、OSに標準でアウトラインフォントを搭載し、そのフォント形式の普及促進を図っていた。その後Appleは、TrueType GXフォント形式を発表、TrueTypeフォント形式を拡張して高度なタイポグラフィ機能をフォント内に組み込むことを可能にした。マルチプルマスタタイプフェイスもTrueType GXも単一ファイルでありながら、ウエイト、字幅などを自在に調整できる現在のバリエーションフォントと同等の機能を持っていた。

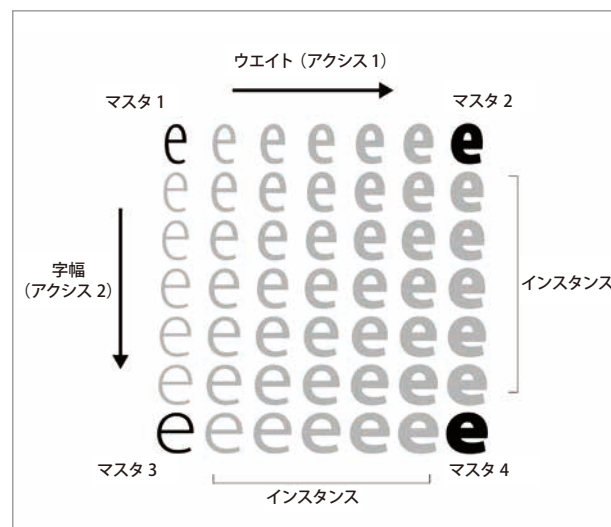
マスタをデザインする

複数のアクシスを持った可変する文字をデザインすることは、その文字のマスタをデザインすることを意味する。ここではマルチプルマスタタイプフェイスを例にその仕組みを説明する。マルチプルマスタタイプフェイスがウエイトと字幅の2つのアクシスを持つ場合、四方の末端にあるマスタデザインのみが存在し、中間のインスタンスデザインは自動生成される(図-2)。仕組みはとてもシンプルで、マスタデザインはすべて必ず同じ数の点(これには、輪郭線上にある頂点または接続点、その間の曲線部分の形を制御する制御点の2種類がある)を持っており、各マスタの対応する点を補間することで中間の形を持つアウトラインを生成する。書体デザイン

にこの方法を応用することは以前から行われていたが、ユーザがPC上で自由にインスタンスフォントを作成し、アプリケーションのフォントメニューから利用可能にする仕組みをアドビが初めて製品化した。マルチプルマスタタイプフェイスのコンセプトは素晴らしいが、実際にフォントを制作するタイプフェイスデザイナーの立場から見るとデザインするのはアクシスの両端のマスタアウトラインであり、一般的に最も使用頻度の高いRegular, Mediumといった標準ウエイトは補間により自動生成されるため直接デザインする方法が取りにくいジレンマがあった。その点、後発で開発されたTrueType GXフォント形式の可変フォント機能は、最も使われるウエイトなど必要な個所にマスタデザインを追加できるフレキシブルな仕組みを採用した。

継承された技術

1994年、筆者がアドビに入社した当時、Adobe Acrobat日本語版に搭載する日本語マルチプルマスタタイプフェイスの開発は重要なプロジェクトの1つだった。しかし、フォントの埋め込み技術が進んだことや、90年代のテキスト処理環境では日本



■図-2 マスタ(黒)、インスタンス(グレー)、横軸がウエイト(アクシス1)、縦軸が字幅(アクシス2)を示す

語マルチプルマスタタイプフェイスを実現するための技術的問題、あらゆる印刷環境に対応することのハードルの高さ、OpenType フォント形式の発表による高度なタイポグラフィ機能の実現などさまざまな要因によりマルチプルマスタタイプフェイスの必要性は相対的に薄れていった。TrueType GX フォントに至っては当時普及が進んでいた PostScript 言語ベースの DTP ワークフローとの相性は完璧とはいえず、それが全面的に普及するには至らなかった。ところが、これらのレガシー技術は OpenType フォント時代になっても完全に絶滅してはいなかった。欧文フォントデザインではマスタデザインによるフォント制作が一般的に普及しており、市販のフォント制作ツールのほとんどに採用され、マルチプルマスタタイプフェイスフォーマットはフォントファミリーを生成するための中間フォーマットとして使用された。TrueType GX フォントの発表と同時期に制作されたタイプフェイスデザイナー、Matthew Carter 氏による Skia 書体は、現在の macOS にもバンドルされ続けている TrueType GX 版の可変フォントである。このような状況を経て可変フォントのコンセプトはバリアブルフォントに継承され、新しい役割と期待を担って復活を果たすことになったのである。

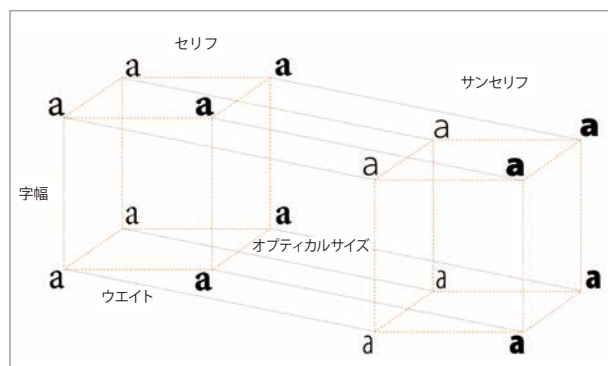
TrueType と CFF2 フォーマット

OpenType フォント形式の拡張版であるバリアブルフォントは、従来どおり拡張子 TTF の TrueType 版と拡張子 OTF の CFF2/OpenType 版があり、クロスプラットフォームでの相互利用可能を前提としている。現時点では TrueType 版バリアブルフォントの利用できる環境がやや先行しているように見える。というのも、TrueType GX フォント形式を全面的に継承して、既存の環境と互換性の高い TrueType 版に対し、Type 1 フォント形式のコンパクト化を実現した CFF フォーマット

を採用するアドビ版 OpenType フォントは、バリアブルフォントをサポートするために新しく CFF2 フォーマットを定義する必要があった。そのため従来の CFF フォーマットとは互換性がなくなり、新しい CFF2 フォーマットに対応したレンダリングエンジンの実装とそれをサポートした OS やアプリケーションの開発が必要になったのである。現在、TrueType 版バリアブルフォントは多くの OS、Web ブラウザで対応が進んでいるものの、CFF2/OpenType 版では Chrome ブラウザと Adobe Illustrator、Photoshop などの製品にとどまっている。しかしながら、CFF2/OpenType 版バリアブルフォントの開発・利用環境の充実にも大きな期待が寄せられており、現在アドビではそのための研究開発に注力している。

試行されるデザイン制作工程

バリアブルフォントのデザイン制作方法は、マルチプルマスタタイプフェイスの時代のそれと大きな差異はない。たとえば 3 アクシスのスタイルの変化を持つバリアブルフォントの場合、1 つの文字に対し 8 つのマスタデザインが必要となり、4 アクシスでは 16 (図-3) ものマスタデザインを準備しなければならない。ユーザに柔軟なデザインバリエーションを提供するのと引き換えに、タイプフェイス



■図-3 小文字の「a」がウェイト、字幅、オブティカルサイズ、セリフ／サンセリフの変化という4つのアクシス属性を持つ場合

デザイナーが1つのフォントを完成するコストと作業が増大する。また、マスタデザインの基本的なルールとして、すべてのマスタデザインでパスの制御点と方向点の数、属性などを完全に一致させながら制作しなければならない。特に複雑な形状と多くの画線で構成される漢字の場合、作業には長い期間が必要となる。これらの制作に関する問題は、マルチプルマスタタイプフェイスが開発された時点ですでに指摘されており、1995年発行のアドビのテクニカルノート Designing Multiple Master Typefaces #5091^{☆1}にも詳しく記載されている。

しかし、近年ではマスタデザインの作りにくさを解消するためのさまざまな制作方法が試されている。その1つがコーナーループという手法である。パスが縦画から横画に折れるとき、直接に折れるのではなく、内側にいったん巻き込んでループのような形を残してコーナーを作る（図-4）。この手法を使うと縦画の線の属性と横画の線の属性とを相互に影響させることなくデザインすることができる。また、形が小さく窮屈な場所でもパスのハンドル（頂点・接続点から制御点までの距離）を長く確保することができる。

Glyphs というフォント作成ツールでは、文字デザインで使用するストロークやパーツをコンポー

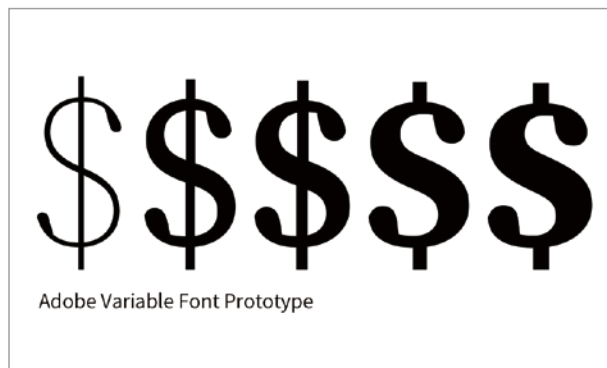
ネント化する機能があり、一度作ったコンポーネントは、ライブラリからいつでも再利用できる。Glyphs では、さらにコンポーネントそのものも可変化させるスマートコンポーネント機能があり、マスタデザインと同じ要領でアクシスを定義し、太さ、長さ、曲率など必要なスタイル属性を持たせることで、文字に合わせて自在に変形させることが可能である。

また Superpolator というアプリケーションは、マスタデザインとインスタンスデザインの関係性をデザインスペースと呼ばれる座標空間に配置することで視覚的に把握し管理することが可能である。たとえば、中間インスタンスで不自然な形が生成されてしまう場合、デザインを補正する調整マスタをデザインスペースに組み込むと解消することがある。また「\$」記号のように細いウエイトと太いウエイトで異なったデザインを採用する場合は、バリエーションフォントでは2つの異なるマスタデザインを準備してアクシスのどこかの位置でマスタを切り替える必要がある（図-5）。このような場合、Superpolator ではデザインスペースの関係性を視覚的に見ながら設定できるのが便利である。ここに示した制作方法はあくまでも一例にすぎず、使用するアプリケーションによって異なる方法や特性がある、機会があれば試していただきたい。

☆1 https://www.adobe.com/content/dam/acom/en/devnet/font/pdfs/5091.Design_MM_Fonts.pdf



■図-4 コーナーループを使って制作された Source Serif Variable 書体



■図-5 ウエイト間で異なるデザインを持つ「\$」の例

創造性と機能性

バリエブルフォントによって、今までと何がかわるのか？ 最初に考えられるのは、タイプフェイスデザイナーとそれを使うユーザ双方でのクリエイティブな表現の可能性を拡張することができる点である。一般にアクシスの属性としてはウエイト、字幅、オプティカルサイズの調整（使用サイズに適した字形の調整）、斜体の傾斜率などが考えられる。しかし、そうした枠にとらわれずさらに自由な表現を模索するバリエブルフォントも次々登場している。FIT-VF 書体は、ウエイトのアクシスを1つしか持たないが、カバーする文字幅のレンジが極端に広く、その変化はまるで伸縮するゴムのようなものである。Decovar 書体は、袋文字化、線形のデザイン、コーナー、先端、終端のデザインバリエーションなど20種類以上のアクシスを持ち、自由に組み合わせて調整することで、多彩なデザインを作り出すことができる（図-6）。とすると「やりすぎ」、「アイデア偏重」といった傾向も懸念されるが、柔軟な発想によりバリエブルフォントの可能性は無限に広がっている。

2つ目に、より多様化した市場ニーズへの対応がある。フォントは文章中の用途に合わせた数種類のウエイトのファミリーで構成されるが、Webデザイン、多種多彩なデバイスのためのUXデザイン、商品や企業イメージのためのコーポレートデザイン

など書体へのニーズの細分化が進み、フォントファミリーが巨大化する傾向にある。アドビのAcumin書体の場合、字幅、ウエイト、さらにそのイタリック体と90書体ものバリエーションがある。このような巨大なファミリーもバリエブルフォントであれば1つのフォントファイルで実現することができる。各バリエーションは、これまでのようにフォントのウエイト名やスタイル名の管理ではなく各アクシスへの数値入力で設定できるため、細めのRegular、太めのRegularといった状況に合わせた微調整ができる。また、バリエブルフォントは1つのフォントファイルから複数のバリエーションが利用できるためファイルサイズを小さく抑えられ、Webフォントのダウンロード時間の軽減が期待できる。

そして、さらに重要なこととして、バリエブルフォントはレスポンスWebデザインのように表示や装置環境の変化によりタイポグラフィックな属性を動的に変化させることにより可読性やアクセシビリティを向上できると予測されている。コンテンツが表示されるさまざまなデバイスの画角に合わせてレイアウトやフォントサイズなどを最適化する従来のレスポンスWebデザインの仕組みに加え、デバイス付属のカメラや各種センサと組み合わせることで、昼夜、屋内外などの環境光、背景色との関係、ディスプレイとユーザの眼球との間の距離や位置などの情報をもとに、バリエブルフォントのアクシス属性を動的に制御し環境に合わせたフォント表示を実現できるだろう。また、AIや機械学習などの技術を利用することで、ユーザの嗜好や生活スタイルにパーソナライズされたタイポグラフィックな表示体験を提供できるようになるかもしれない。

今後の課題

バリエブルフォントの誕生と可能性について述べてきたが、解決しなければならない技術的な課題は少なくない。バリエブルフォントを制作するための



■図-6 マルチスタイル・デコラティブ・バリエブルフォントと呼ばれる David Berlow 氏が制作した Decovar 書体

開発環境、アプリケーションや Web ブラウザの対応に加え、CJK (China, Japan, Korea) フォント固有の問題も存在する。その 1 つに「白抜き文字」問題がある。バリエブルフォントの特性上、漢字のような複雑な文字は縦線、横線、ハライなどのパーツ（または画線）ごとに構成しなければならない。しかし、黒丸囲み文字のように、背景は黒塗りで文字を白抜きで表示する場合、現時点では、レンダリングエンジンの制限から重なり部分を白く表示できないのである（図-7）。また、全角ベタ組みを前提とした日本語組版で、日本語書体が可変の字幅を持

つ場合どのような文字組み処理が必要になるのか。さらに、横向きに回転した欧文と縦中横設定した縦向きの英数字などが混在する和欧混植の縦組みレイアウトでは、バリエブルフォントをどのように扱うべきか、検討しなければならない課題は多く残っている。

バリエブルフォントが産声をあげた ATypI の大会が今年（2019 年）は東京（お台場 日本科学未来館、9 月 4～7 日）で開催される。バリエブルフォントの新たな取組みや可能性について活発な意見交換が行われるイベントになることを期待したい。

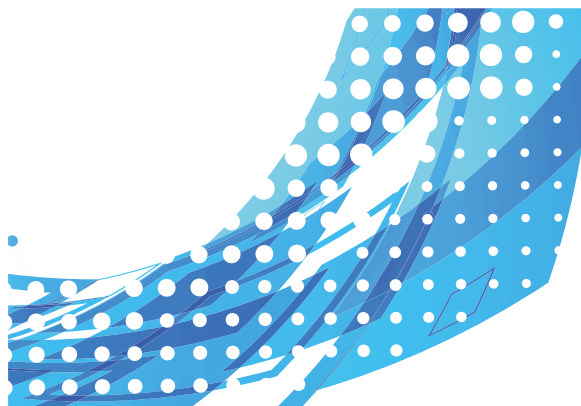
（2019 年 7 月 16 日受付）



■図-7 黒丸囲み文字で画線の重なり部分が白く抜けない例

■服部正貴 mhattori@adobe.com

アドビ 研究開発本部 日本語タイポグラフィ シニアフォントデベロッパー。アドビ初のオリジナル日本語書体「小塚明朝」「小塚ゴシック」をはじめ、数々のフォント開発プロジェクトに参加。それには、初のフルプロポーションな書体「かづらき」、伝統的な明朝体の雰囲気を持ちながら本格的なラテン文字セットと一部カラー絵文字を実装した「韶明朝」、そしてアドビと Google の共同開発により実現した Pan-CJK フォント「源ノ角ゴシック」「源ノ明朝」などが含まれる。



[デジタルタイパー文字情報処理基盤の今とこれから]

5 情報処理基盤としてのフォントの整備 —源ノ角ゴシック・源ノ明朝の開発—



Ken Lunde | CJKV Type Development, Adobe Inc.

開発の経緯と背景

Pan-CJK 書体は、日本で使用される日本語フォントなどのように特定の地域や言語で使用されることを意図した書体とは異なり、中国（中華人民共和国）、台湾、香港特别行政区、日本、韓国（大韓民国）など複数の東アジア地域および言語をすべて対象としている。Pan-CJK 書体の設計と開発の難しさは、各地域の特性や慣例に適應するために、漢字のみならず句読点などもコードポイントごとに複数のグリフが必要になる可能性がある点に起因する。サポートされている言語間で同一グリフを共有できるかどうかは、書体分類上の様式のみならず実際の個別書体デザインによっても

異なる。図-1 は、Pan-CJK 書体において、5つの異なるグリフを含む 68 の漢字を示している。

Pan-CJK フォントには、それを使用する上で主に2つの利点があると考えられる。1つ目の利点は書体デザインに関係している。具体的には、各種ウエイトをカバーした上で言語間で一貫した書体デザインを示すことができるということ。これはブランディング上のさまざまな目的、特に複数の地域で顧客にサービスを提供する企業にとっては役に立つ。2つ目の利点は、スペースの節約である。Pan-CJK フォントは、同等の地域または言語固有の複数のフォントを用いた場合よりも全体としてはサイズが小さく、グリフ総数も少ないためスペースが節約できる。たとえば源ノ角ゴシック (Source Han Sans) という Pan-CJK フォントは、65,000 のグリフを含みサイズは約 17 メガバイトだが、対応する5つの言語固有のサブセットフォントを合わせたものは、約 116,000 のグリフ数でサイズは約 30 メガバイトであり、グリフの数とファイルサイズの両方で 45% 近くが重複していることになる。

開発の開始時期は筆者が Adobe に入社したばかりのころ、四半世紀前に遡る。筆者は、1994 年 9 月の UIW6 (Unicode/ISO 10646 実装者ワークショップ 6) において、Pan-CJK フォント開発についての最初の発表、「Creating Fonts for the Unicode Kanji Set: Problems & Solutions」という題名のプレゼンテーションを行った。またそのプレゼンテーションにおいて、複数の地域固有の CMap リソースを使用した CID キー付きフォントの実装をデモンストレーションした。元同僚の Dirk Meyer と筆者は、1999 年の初めに最初の実用的なプロトタイプを作成し、1999 年 9 月に IUC15 (第 15 回国際ユニコード会議) で「Unihan Disam-

Simplified Chinese	傑僭割劇區叟喝塌姿羸幪度扇扉搗摩榻 洩潛瀛瘳瞎磨窖寶箭篠篠糙網蠹羸翁翦 翮育羸艘花稠褐謁諧韶羸轄返迷途造週 遍遭選遼鄰覺閼雕靠靡颺飯驎鬻魔麗麟
Traditional Chinese—Taiwan	傑僭割劇區叟喝塌姿羸幪度扇扉搗摩榻 洩潛瀛瘳瞎磨窖寶箭篠篠糙網蠹羸翁翦 翮育羸艘花稠褐謁諧韶羸轄返迷途造週 遍遭選遼鄰覺閼雕靠靡颺飯驎鬻魔麗麟
Traditional Chinese—Hong Kong	傑僭割劇區叟喝塌姿羸幪度扇扉搗摩榻 洩潛瀛瘳瞎磨窖寶箭篠篠糙網蠹羸翁翦 翮育羸艘花稠褐謁諧韶羸轄返迷途造週 遍遭選遼鄰覺閼雕靠靡颺飯驎鬻魔麗麟
Japanese	傑僭割劇區叟喝塌姿羸幪度扇扉搗摩榻 洩潛瀛瘳瞎磨窖寶箭篠篠糙網蠹羸翁翦 翮育羸艘花稠褐謁諧韶羸轄返迷途造週 遍遭選遼鄰覺閼雕靠靡颺飯驎鬻魔麗麟
Korean	傑僭割劇區叟喝塌姿羸幪度扇扉搗摩榻 洩潛瀛瘳瞎磨窖寶箭篠篠糙網蠹羸翁翦 翮育羸艘花稠褐謁諧韶羸轄返迷途造週 遍遭選遼鄰覺閼雕靠靡颺飯驎鬻魔麗麟

■ 図-1 5つの地域における文字の違い

biguation Through Font Technology」という題名のプレゼンテーションを行った。その後、2009年10月に開催されたIUC33(第33回国際化とUnicodeの会議)で、「Designing & Developing Pan-CJK Fonts for Today」という題名で、Pan-CJKフォントの開発について発表した。

このプレゼンテーションがGoogleの興味を引き、2010年にはジョイントプロジェクトの話が持ち上がった。2012年に両社のビジネス要件が合意に達し、2つのPan-CJK書体ファミリーの開発が開始された。Sans Serifファミリーのバージョン1.000は、Adobeブランドの源ノ角ゴシックおよびGoogleブランドのNoto Sans CJKとして2014年7月にリリースされた。Serifファミリーのバージョン1.000は、源ノ明朝(Source Han Serif)およびNoto Serif CJKとして、2017年4月に同様のブランドでリリースされた。その多くの機能強化の中で繁体字中国語の2番目の形式として香港特別行政区のサポートを追加したSans Serifファミリーのバージョン2.000が2018年11月にリリースされた。Serifファミリーのバージョン2.000のための作業が現在進行中である。

AdobeとGoogleは、ビジネスニーズが異なるため、これらのPan-CJK書体を異なる方法で扱っている。AdobeはSource Hanファミリーを完全に独立したスタンドアロンフォントとして扱うが、GoogleはNoto CJKファミリーをNoto(「No Tofu」の省略形)として明示される非常に大きなパズルの中の大きな部分集合として扱っている。「No Tofu」の「Tofu」とは、選択されたフォントファミリーに表示すべき文字が含まれない場合、彼らのエコシステムによりフォントフォールバックが実行され表示される、いわゆるトーフ(空の長方形グリフ)である。AdobeとGoogleは、ビジネスニーズや戦略が異なる大企業であるため、実態は同一のフォントではあるが、ブランディング上の種々の目的のために2つの異なる名前が付けられているのである。

実際の文字デザインに関しては、Adobeのチーフタイプデザイナーである西塚涼子がデザイン全体の監修を担当しているが、Adobeは中国および韓国の書体

デザインの専門知識を持っていないため、これらの地域の主要なフォント開発会社と提携した。中国語(漢字とbopomofo)はChangzhou SinoType(中華人民共和国)、韓国語(ハングルの音節、文字、記号)はSandoll(大韓民国)、韓国語(漢字)と追加の日本語(漢字)にはイワタ(日本)、などである。また、現在中国語に関しては、Arphic Technology(台湾)と協力している。文字デザイン以降のプロセスはすべて、フォント開発において実績と経験のあるAdobe社内で完璧に行われている。これは、Pan-CJKフォントが100万近くのグリフを扱わねばならないという事実からくる必然であると思われる。

これらのPan-CJK書体ファミリーは、Adobeの小塚明朝や小塚ゴシックなど、また同様にIPA((独)情報処理推進機構)フォントなどの従来の日本語書体ファミリーとは異なる位置付けのものである。ここでサポートされている文字は、対象地域である日本、韓国、中国、台湾、および香港特別行政区で最も一般的または必須と考えられている文字である。フォント構造内で各グリフは、そのUnicodeコードポイントまたはシーケンスに従って命名されるため、Unicodeもプロジェクトで重要な役割を果たしている。日本語のカバレッジはややユニークである。Adobe-Japan1-7のグリフセットには、Pan-CJKの利用状況では有用でないと考えられるシンボル等が含まれているため、完全にはサポートされていない。ただし、Adobe-Japan1 IVS(Ideographic Variation Sequences)およびCJK互換漢字に対応するAdobe-Japan1 SVS(Standardized Variation Sequences)を含む、すべての漢字はサポートされている。さらに付け加えるならば、一部のJIS X 0212およびJIS X 0213の文字と記号は意図的に除外されている。

開発の詳細と課題

Source Han書体の持つ大規模な範囲とその特質は、新しい可能性と機能性を探求する機会を提供する

と同時に、OS、アプリケーション、レイアウトエンジン、およびライブラリの側が誤った憶測をしている場合があることを明らかにするという副作用ももたらした。それら問題の一因は、Pan-CJK フォント本来の性質に起因するものだが、同時にこれがオープンソースであることでより多彩で柔軟性のある実験や研究が可能となったことは喜ばしい。実際のフォントの基本的な特徴は、以下のとおりである。

- 1) フォントリソースに最大のグリフ数 65,535 (CID0 から 65534) を含む
- 2) 特別な目的の Adobe-Identity-0 ROS をベースとした CID キー方式の OpenType/CFF フォントとして実装されている (ROS とは、Registry, Ordering, Supplement の略。CIDFont や CMap リソース中に必須の CIDSystemInfo 中の 3 つの値であり、そのうち最初の 2 つ Registry, Ordering は互換性の目的で使用される)
- 3) 開発版やメジャーバージョン間での CID の変更による影響を避けるため、Unicode ベースの作業用グリフ名を使用し、さらに Unicode マッピングおよび OpenType 機能の確立に貢献している
- 4) Pan-CJK であり、したがって、複数の東アジアの言語およびそれらの地域の慣例をサポートする
- 5) クロスプラットフォームの縦書き用メトリクス設定を使用する
- 6) 2- および 3-em (全角) の文字のグリフとその縦書き形式を含んでいるため、フォントのパウンディングボックスの値が異常に大きくなり、行の高さや行間の点で一部のアプリケーションの不具合を誘発する可能性がある
- 7) オープンソース、つまりいかなる種類のライセンス料も無料である

今回の試みにより、フォントをオープンソースとして利用可能にするというパラダイムは、フォントに対する人々の期待に影響を与えることが分かった。それは、同品質の市販のフォントには不具合を指摘したり改良を要求する方法がほぼないか、あるいは開発者側が不

具合の修正や改良を積極的には提供しないことに由来するのかもしれない。

Source Han 書体は「loc」(Localized Forms) GSUB 機能を最初に実装したフォントであり、この機能は句読点と数字に加えて主に漢字を対象として働くものである。この機能の使用には課題があるが、それは今日のアプリケーションでは、文字、段落、または文書レベルでのテキストの言語タグ付けが一般的にサポートされていないことである。現状では、最新のブラウザと Adobe InDesign だけが、適切なレベルの言語タグ付けサポートを提供している。ほかの Adobe のアプリケーションや Microsoft Word もそのサポートを追加している最中である。この現状に対応するために、本来の Source Han フォントには完全に機能する「loc」GSUB 機能を含めつつ、それぞれデフォルトの言語を持つ別々のフォントをリリースすることとした。Source Han Sans バージョン 2.000 は、日本語、韓国語、簡体字中国語、台湾語の繁体字中国語、香港特別行政区の繁体字中国語の 5 つのデフォルト言語でリリースされた。Source Han Serif バージョン 1.000 は、香港特別行政区の繁体字中国語を除いた 4 つのデフォルト言語でリリースされたが、バージョン 2.000 では 5 番目のデフォルト言語として追加される予定である。つまり、現状で各サポート対象言語のデフォルトグリフにアクセスする方法は 2 つある。1) 対象の言語に対応するフォントを選択する。または、2) 文字、段落、または文書レベルでテキストを言語タグ付けする(後者の方法では、言語タグを参照し「loc」GSUB 機能をサポートするアプリケーションが必要である)。将来恐らくバージョン 3.000 をリリースする時点で、6 番目の言語としてマカオ特別行政区の繁体字中国語を追加する予定である。

各ファミリー用の言語固有のフォントは同じグリフセットを共有するため、ウェイト別およびファミリー別の OpenType/CFF コレクション(別名 OTC)として展開することができる。OTC は、2 つ以上のフォントを含む単一のフォントリソース(フォントファイル)であり、その主な利点は、フォント間でテーブルを共有した結果

として生じるフットプリント(容量)の削減である。源ノ角ゴシックは、OTCを使用した最初の主要なフォントの実装である。ウエイトごとに7つの OTC フォントがあるが、各 OTC フォントは(ウエイトにより変化するが)5～10のフォントを含み、同じ「CFF」(コンパクトフォントフォーマット)テーブルを共有する。レギュラーとボールドウエイトには追加で、ASCII 範囲が半角グリフにマップされている半角フォントが含まれる。さらに「スーパー OTC」と呼ばれるファミリー OTC は、45のフォントすべてとウエイトごとに7つの「CFF」テーブルを含んでいる。45の各フォントのサイズは16～18.5メガバイトの範囲であり、合計すると約750メガバイトである。ウエイトごとの7つの各 OTC フォントのサイズは18～20メガバイトで、合計すると約136メガバイトである。45のフォントをすべて含むスーパー OTC フォントのサイズは123メガバイトである。このように、OTC フォントフォーマットでの実装は「CFF」や「sfnt」テーブルを共有することにより多大な容量の節約を可能にしている。ただし残る課題は、OTCをサポートする環境が十分でないという点であった。

最初に、Mac OS X 10.8(2012年リリースの Mountain Lion)と Adobe CS6(とその後のバージョン)のアプリケーションで OTC のサポートが開始され、その後マイクロソフトが Windows 10 Anniversary Update(バージョン1607、2016年8月2日にリリース)で初めてサポートを開始した。その後、さらに多くのフォントを含む「Mega」OTC(別々の Source Han OTC および Noto CJK OTC)と「Ultra」OTC(Source Han と Noto CJK とを合体した1つの OTC)と呼ばれるものを作成しリリースした。

Pan-CJK 書体開発の最も興味深くかつ時間のかか

る側面は、各地域をサポートするためのグリフがどの文字に対してどの程度(いくつ)必要であるかという点である。大多数の漢字は1つのグリフのみ必要とするが、次いで多くの漢字が2つのグリフを必要とし、3つ以上のグリフを必要とする漢字の数は順次少なくなっていく。任意の文字に必要なグリフの数を特定するために、各地域の文字セット標準が参照された。このプロセスの過程で分かったことだが、文字セット標準というものが書体開発には必須である一方、さまざまな(文書化されていたりされていなかったりする)誤りが多くあり、必ずしも完全には信頼できないという事実がある。図-2では、源ノ角ゴシックバージョン2.001のフォント中の44,808コードポイントの文字について、Unicodeのコード範囲ごとに必要となるグリフ数(1～5)の文字がいくつあるかを示している。

縦書き用グリフのために em ボックス内での位置を変更する必要がある小仮名を除いて、従来の日本語フォントでは仮名のデフォルトグリフは縦書きと横書きで共有されている。一部の従来の日本語フォントには、横書きと縦書きのレイアウトに合わせてカスタマイズされた完全に別々な仮名のグリフセットが含まれることもあるが、デフォルトのグリフではないので、GSUB 機能である「hkna」(Horizontal Kana Alternates)または「vkna」(Vertical Kana Alternates)で有効にする必要がある。Source Han 書体は、横書きと縦書きの仮名グリフがデフォルトで別々に含まれている。縦書きという観点で述べると、Source Han フォントは UAX #50(Unicode Vertical Text Layout)に準拠した最初の実装の1つである。図-3は、源ノ角ゴシックの3つのひらがな文字の横書き用(青)と縦書き用(赤)の字形を示している。

		CJK Unified Ideograph Extensions							
		URO	A	B	C	D	E	F	Other
Glyphs	1	8,783	6,123	2,080	47	34	112	5	14,704
	2	7,642	447	28					191
	3	3,737	12						48
	4	746							1
	5	68							

■ 図-2
Unicode の各ブロックにおける、必要なグリフの数

従来の日中韓フォントには通常、ギリシャ文字とキリル文字のグリフが含まれているが、ほとんどの場合全角グリフとして実装されている。Source Han 書体のギリシャ文字とキリル文字のグリフはプロポーショナルなため、従来の CJK フォントのグリフよりも実用性が高い。

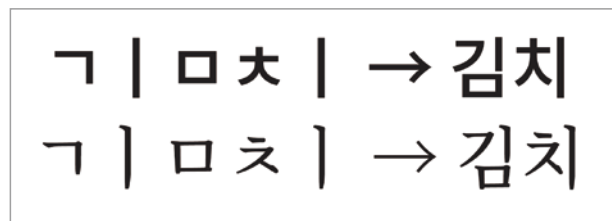
ハングルのサポートでは、組み合わせた字母 (jamo) のサポートを追加するという興味深いチャレンジをすることとなった。ハングル音節文字は、2つの字母からなる音節 399 文字、3つの字母からなる音節 10,773 文字の合計 11,172 文字で構成されており、そのうち日常で頻繁に使われるのは 3,000 文字以下とされている。現代における Jeju (제주말 / 濟州語) などの方言や、非現代 (古語) のハングルの表現するためには、現代では使われていない字母から構成される音節も必要とされる。2つまたは3つの字母からなるごく少数の現代では使われない音節文字は、「ccmp」(Glyph Composition/Decomposition) GSUB 機能を通してアクセス可能な事前合成グリフによりサポートされているが、すべての可能なシーケンス (合成音節文字) の数は 1,638,750 となる (現代音節に対応する 11,172 のシーケンスが除外された場合は 1,627,578)。Source Han 書体では字母を事前合成したグリフを実装しており、6セットの「初声子音」jamo (L)、2セットの「母音」jamo (V)、および4セットの「終声子音」jamo (T) が含まれている。「ljmo」(Leading Jamo Forms)、「vjmo」(Vowel Jamo Forms)、および「tjmo」(Trailing Jamo Forms) などの GSUB 機能は、適切な字母合成による音節文字の作成に有効である。図-4 は、例として Source Han フォントを使用して、韓国語の「キムチ」(김치) の3つおよび2つの字母の並びとそれに対応する音節を比較したものである。



■ 図-3 文字デザインにおける縦書き (赤) と横書き (青) の差異

Unicode の新しいバージョンには Source Han 書体の対象となる新しい文字が含まれることが多いため、Source Han の2つのファミリーは、一方のファミリーが他方に先駆けて特定文字のサポートやデザインの改良を実装することで他方のファミリーを飛び越してしまう傾向がある。たとえば源ノ角ゴシックバージョン 2.000 は、bopomofo (ㄅ / 注音) のグリフとレイアウトサポートを改善し、また繁体字中国語 (台湾と香港特別行政区) 用に、ㄓ (部首番号 #162) コンポーネントのデザインも改善した。源ノ明朝バージョン 2.000 でもこの点を同様に扱う予定だが、さらに新しい機能拡張が導入される可能性もある。今後ファミリーが成熟していくにつれ、この傾向は収束していくと期待する。

普段あまりフォントに興味を持たない人にとっても Source Han 書体をより興味深いものとする話題として、Source Han Serif バージョン 1.000 に含まれる複雑な漢字、その画数が 60 近くある「ビアン」(biáng) と呼ばれる、中国で麺類を表す文字の話がある。その文字は、簡体字中国語の形状であっても 40 画以上である。源ノ角ゴシックバージョン 2.000 は、日本のレストランチェーンの名称にも使われている、「たいと」または「おとど」と読む画数 84 画のさらに複雑な漢字をサポートすることで、源ノ明朝書体をリープフログ (馬跳び) した。これらは CJK 統合漢字拡張 G に含まれる本物の漢字ではあるが、第 3 面のコードポイントはまだ安定していないため、IDS (Ideographic Description Sequences) と「ccmp」GSUB 機能を使用してグリフにアクセスする擬似的な符号化形式と見なされる。図-5 は、源ノ角ゴシックバージョン 2.000 でサポートされている拡張 G の漢字と、それらの IDS および地域固有の文字の形を示している。



■ 図-4 ハングル字母の並びとそれに対応する音節

源ノ角ゴシックの ReadMe : <https://github.com/adobe-fonts/source-han-sans/raw/release/Source-HanSansReadMe.pdf>

前述したように、Source Han グリフセットはその独特な性質のため特殊用途の Adobe-Identity-0 ROS を使用する必要があった。これは、書体のグリフセットがアドビの公開 ROS（たとえば、日本語フォントならば Adobe-Japan1-7 など）に適合しない場合に指定

5. 情報処理基盤としてのフォントの整備—源ノ角ゴシック・源ノ明朝の開発— 情報処理 Vol.60 No.11 Nov. 2019 1101

する ROS である。2 つの Source Han 書体どちらも Adobe-Identity-0 ROS を使用しているが、Pan-CJK 書体の重要な特徴のため両者のグリフセットは必然的に異なっている。グリフの共有範囲をどう指定するかは、セリフ対サンセリフの違いのみならず、実際の書体デザインによっても変化するものである。つまり、両方の書体ともサポート対象の言語間でグリフを共有しているのだが、その分布はそれぞれ異なるのである。我々が開発した Adobe-Identity-0 フォントが、ほかのフォント開発者の参考となり、有意義な知見を与えるものとなることを願っている。最初の Adobe-Identity-0 フォントは、Adobe が 2009 年にリリースした「かづらぎ」である。また、Source Han 書体に続いて、Adobe が 2017 年末にリリースした「韶明朝」も、Adobe-Identity-0 ROS を利用している。

必ずしも意図したことではなかったのだが、現在 Source Han 書体は複数のフォーマットで配布されている。これには特定の環境における制限を回避するという理由もあったが、結果的にほかの書体にも役立つ新しい技術の可能性を探る機会を得ることとなった。フォーマットの 1 つは OTC (OpenType Collection) と呼ばれ、1 つのフォントリソース中に複数のフォントを含み、それらがキーとなる「sfnt」テーブルを共有するものである。アドビの韶明朝書体は、単一の「CFF」テーブルを参照する 4 つのフォントを内蔵した OTC フォントとして、OTC フォーマットの利点を踏襲している。現在進行中の挑戦として、バリエブルフォント版の Source Han 書体ファミリーに対する新たな展開フォーマットとして、バリエブルフォントコレクションの実装を実験している。この目的のために、我々は 2019 年 1 月末に Source Han 書体をシミュレートすることを目的とした一連のテストフォントを、6 および 12 のフォントを内蔵するバリエブルフォントコレクションとしてリリースした。これは、将来バリエブルフォントコレクションがリリースされる際、少なくとも主要な環境下で動作がサポートされることを望んでのことである。

見落としがちな点だが、Source Han 書体の利点と

して、フォント開発ツールはもとよりフォントを使用する環境の側の誤った憶測に基づく問題を明らかにする上で、非常に役立つことが挙げられる。これにより、今後同様のフォントがリリースされ使用された場合に、意図した通りに機能する方向へと導くことが可能となる。その種の誤った憶測があり得る例としては、フォント内のグリフの数が 65,535 のアーキテクチャ上の上限値に達している点についてのもの、OTC に複数フォントを内蔵している点、またこれまでにない行の高さや行間の決定方法などが含まれる。

本稿の前半で述べたように、本来の Pan-CJK 書体ファミリーは東アジアの言語間で一貫した書体デザインを提供することができるが、同時に漢字や句読点に関して地域固有の慣例を尊重している。このようなフォントを用いることで、企業は一貫性のある体裁とイメージを持った多言語のドキュメント、販促資料、およびその他の付随資料を作成することができるようになる。このことはブランディング上の種々の目的において重要な意味を持つ。たとえば、日本の公共交通システムにおける多言語の標識などが代表的な例として挙げられる。

最後に、Source Han フォントはオープンソースとして無料で使用できるため、その使用に対する障壁を事実上排除する。もちろん、高品質の Pan-CJK フォントをオープンソースとして利用可能にするということは、一見既存の商用フォントライセンスビジネスを混乱させるものと映るかもしれない。しかし、現実には、そのような高品質のオープンソース Pan-CJK フォントの数は限定されたものにならざるを得ないのである。なぜなら、その開発には相当な時間と技術と努力が必要とされるからである。

(2019 年 7 月 13 日受付)

■ Ken Lunde lunde@adobe.com

Adobe にて日中韓越の漢字圏フォント開発を担当。CJKV 日中韓越情報処理 (オライリー出版) の著者。2018 年に Unicode プルドッグ賞を受賞。同年に Unicode テクニカルディレクターに就任。

用語集

- **Adobe-Japan1** - 現在市場に出回っている数百または数千の日本語フォントの基盤となる Adobe の公開日本語グリフセット。現在の Supplement は 7 (Adobe-Japan1-7) で、23,060 のグリフ (CID 0 から 23059) を指定している。
- **BMP** - 基本多言語面。文字が割り当てられた最初の Unicode 面で、第 0 面とも呼ばれる。
- **CFF** - コンパクトフォントフォーマット。PostScript ベースの、名前キー方式および CID キー方式フォントのコンパクトな表現。
- **CID** - 文字 ID。CID キー方式フォントのグリフに割り当てられる一意の整数値。
- **CID キー方式フォント** - グリフと CID を関連付け、CMap リソースを使用して文字コードを CID に対応づける PostScript ベースのフォントフォーマット。
- **CMap/cmap** - Unicode などの文字コードをグリフにマップするリソース (CMap) または「sfnt」テーブル (cmap)。
- **コードポイント** - 文字に対応する一意の数値。
- **フォントフォールバック** - 選択したフォントにグリフが含まれていない場合に、使用可能なフォントリソースを使用して文字をレンダリングする手法。
- **コードポイントとシーケンス** - 「字」=U+5B57 など、ある文字は単一のコードポイントとして表すことができる。一方、「あ」= U+3042「あ」と U+3099 のように、1 文字が一連の文字の列 (シーケンス) で構成されることもある。
- **Em-box** - 高さや幅が文字「M」の幅にほぼ対応する長方形のスペース [日本語では全角に相当する]。
- **フォントコレクション** - 1 つ以上の「sfnt」テーブルを共有する 2 つ以上のフォントを含めるためのコンテナフォーマット。
- **フォントファミリー** - 一様なデザインの 1 つ以上のフォントのセット。
- **GSUB 機能** - Glyph SUBstitution, グリフ置換。代替グリフをグリフに置き換える OpenType 機能。
- **IDC** - 漢字構成記述文字。より大きなコンポーネントを形成する 2 つまたは 3 つのコンポーネントの位置を説明する文字。
- **IDS** - 漢字構成記述文字列。漢字を視覚的に記述するために 1 つ以上の IDC とそのコンポーネントを使用する文字列。
- **Jamo** - 子音または母音に対応し、ハングル音節を形成するために 2 つまたは 3 つのジャモシーケンスでクラスタ化されている文字。字母。
- **言語タグ** - 言語を文字、段落、または文書レベルで文書のテキストに関連付けることを可能にし、選択されたフォントの機能に応じてテキストの表示方法が異なる場合がある、アプリケーションレベルの機能。
- **Multiple-em character** - グリフが一般的な文字のグリフよりも 2 全角以上広い、または高い文字。例としては、2- および 3-em ダッシュがある。
- **OpenType/CFF フォント** - グリフが OpenType の「CFF」テーブルに含まれている、最も広範に使用されている PostScript ベースのフォントフォーマット。
- **第 3 面** - 文字が割り当てられる次の Unicode 面。
- **sfnt テーブル** - スケーラブルフォント。オープンタイプのような最新技術に基づいたフォントのリソースに含まれるテーブルのタイプ。
- **疑似エンコーディング** - エンコードされていない漢字を表すために IDS を使用するなど、文字を表現するための代替方法。
- **サンセリフ** - セリフがなく、水平方向と垂直方向の画線が均一の太さである書体スタイル。日本語では「ゴシック」と呼ばれる。
- **セリフ** - 大きい画線の最後に小さい画線を含み、水平方向と垂直方向の画線の太さの違いの大きな書体様式。日本語では「明朝」と呼ばれる。
- **SVS** - Standardized Variational Sequence, 基底文字とそれに続く固有の視覚的形態に割り当てられる字形選択子からなる Unicode シーケンス。
- **TrueType フォント** - グリフが OpenType の「glyf」テーブルに含まれている一般的なフォントフォーマット。
- **書体** - 共通の様式またはデザイン上の特性を示すグリフを含むフォントを包含する集合。
- **書体デザイン** - 書体様式から独立した、書体の個別具体的なデザイン上の特性。
- **書体様式** - 複数の書体に共通して顕著に現れる共通のデザイン上の特性。一般的な書体様式として、セリフ (明朝体) とサンセリフ (ゴシック体) がある。
- **バリエアブルフォント** - マスタデザイン間の補間を使用して、太さや幅などの特定のバリエーションを動的に生成できるフォント。
- **縦書きグリフ** - 小仮名、大括弧、句読点など、縦書きでのみ使用される文字の形状。
- **垂直メトリック** - 行の高さと行間に関連付けられているフォントのメトリック設定。

[デジタルタイプ—文字情報処理基盤の今とこれから—]

6 オープンソースフォント —日本のオープンソースフォントを支えた M⁺ FONTS—



森下浩司 | M⁺ FONTS PROJECT (聞き手) 牛田啓太 | 工学院大学

読者のみなさんの多くが、どこかで「M⁺ FONTS」(図-1) またはその派生フォントを目にしたことがあるはずです。それらの使用実績は、印刷物、Web、テレビの字幕など多岐にわたっています。一定の地位を得ていると言ってもよいでしょう。

この M⁺ FONTS は、オープンソースフォントとして、2003 年からグラフィックデザイナー：森下浩司氏によって製作が始められました。M⁺ FONTS は無償で利用できる和文フォントとしては大変に多い 7 種類の太さを備えています。そして、利用に際しほとんど制限を設けなかったこともあって、こんにちのように広く使われるようになりました。この M⁺ FONTS の、日本語情報処理に対する貢献は大変に大きいと言えるでしょう。

本稿では、森下浩司氏に、M⁺ FONTS 製作の経緯から、製作の過程、そして、現状をどう見ているか、オープンソースフォントについて思っていることを尋ねていきます。

——M⁺ FONTS 製作のきっかけを教えてください。

グラフィックデザイナーとして文字（主に写植文字）と接していたころ、自分で書体を作ることができたらどんなに素晴らしいだろうと夢想していました。しかし日々の仕事に追われていた自分には、まったく不可能なことだと思い込んでいました。やがてパーソナルコンピュータが一般的なものとなり、目にする文字の多くがデジタルデータに変わっていくころ、自分は一身上の理由で商業デザインの現場から離れました。多少の自由な時間を得ることができた自分は、当時の複雑になってきた macOS に対するちょっとした悪戯心から、UNIX 系 OS で極力

シンプルな環境を構築して、M⁺ WORKSPACE と名付けました。「M⁺」には Minimum などではない何か（+）の意味を込めました。その環境用に日本語ビットマップフォント M⁺ BITMAP FONTS を作ってみたところ、インターネットを通じて多くの方々から反響をいただき、そんな方々の技術的な支援を得ることでアウトラインフォント M⁺ FONTS を作る決心がつけました。

——M⁺ FONTS を、自由なライセンスで利用してもらおうとした経緯を教えてください。

自分自身には文字文化や言語文化、プログラミングやフォントフォーマットの知識もなく、一文字一文字をただ表層的にデザインすることしかできません。それら文字データの集合をフォントとして生成させるためには、多くの方々の無償の協力が絶対的に必要でした。その成果を独り占めしたり、何らかの制限をしたりということはまったく考えられませんでした。またご存じの通り、日本語フォントの制作には多大な時間と労力を必要とします。そのため利用には多くの制限が課せられることが当たり前でした。その中で、まだまだ質量ともに未完成だとしても、自由に使うことができる「普通の」日本語フォントが存在したら面白いだろうな、とも思いました。

——M⁺ FONTS は、字画を様式的に整理した角ゴシック体（モダンゴシック）です。このカテゴリの書体に決めた経緯を教えてください。

Helvetica や Frutiger などの書体を使用した欧米のモダンデザインに強く憧れていた自分にとって、1983 年に多くの太さ違いが展開された日本語ゴナ書体には感謝してもしきれない気持ちがあります。しかしそのゴナがパーソナルコンピュータに対応し

なかったため、それならばこのカテゴリで自分がデザインするとしたら、どんな書体ができるだろうかという興味を持ちました。フリーフォントとしては他に類型がなかったこともあります。

——製作環境を教えてください。また、製作体制を教えてください。

macOS 上の Adobe Illustrator でデザインされた文字を SVG ファイルに保存し、オープンソースのフォントエディタ FontForge のスクリプト処理でフォントファイルに出力しています。プロジェ

クトのメンバは自分を含めて現在 9 名になります。文字デザインこそ自分 1 人の作業ですが、初期の、SVG ファイル群から TTF フォントファイルを生成する仕組みを用意してくださった方々と数名でプロジェクトを立ち上げた後、このフォントを技術的に支援していただける方が、1 人ずつ増えていきました。不具合が見つかるたびに手直しをしてくださる方、フォントを拡張するたびに対応してくださる方、技術的なご質問をいただくたびに、知識のない自分に代わって対応してくださる方のおかげで、自

M⁺ FONTS

MULTILINGUAL MULTIWEIGHT MULTISTYLE COMPLETELY FREE

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ123Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ123Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ123Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ123Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

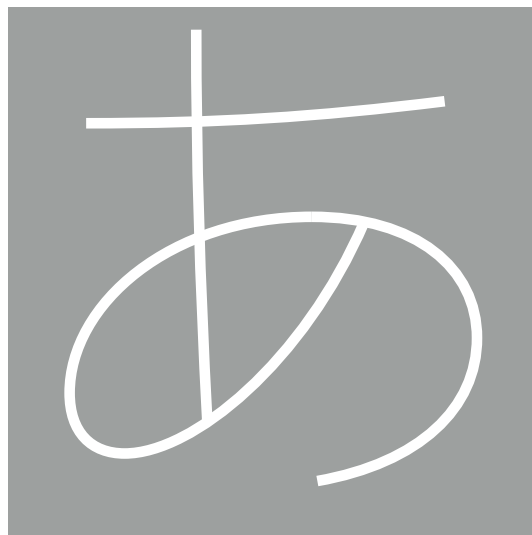
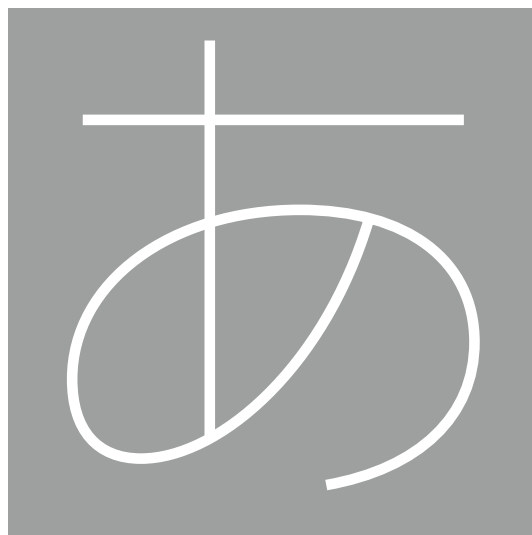
ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ3Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbçđ3Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз

愛のあるユニークで豊かな書体

ABCabc123Mgy@&ÃBCâbç3Mğÿ@&Ææø¿ΔΣαβБДжз



■ 図 -1 M⁺ FONTS ; 7 種類の太さと多言語に対応した、ゴシック体のオープンソースフォントである

分はデザインに専念することができています。これらの共同作業とフォントファイルの公開に、インターネット上のオープンソースソフトウェア開発環境である OSDN を利用させていただいています。

——アウトラインフォントの製作は初めてだったと思いますが、製作の中でご自身の経験が役に立ったことはありますか。また、新たにどのようなことを学んだり修得したりされましたか。

グラフィックデザインの仕事を始めてから、さまざまな形で文字デザインとかかわってきました。ポスターやパッケージデザインなどの用途にあわせて書体を選び、文字を並べてバランスを吟味する。たった数文字のロゴタイプを制作するために数週間、時には数カ月にわたって調整を続ける。そのような試行錯誤の蓄積の中で自分なりのスタイルができていたのかもしれませんが、モダンゴシックとしての日本語フォントをデザインするにあたって、造形的な迷いはほとんどありませんでした。ただ、書体としてのデザイン経験がないので、1文字ごとのデザインが集まって1行の流れになり、1段落の塊になったときの検証が弱いのではないかと不安があります。とりあえず実用的な日本語フリーフォントを公開することはできたので、次の段階では書体としての完成度を上げるための作業で「別の何か」を学ぶことができるのではないかと期待しています。

——フォント製作の過程で、技術的に困難だったことは何ですか。それはどのように解決されましたか。

ちょっと質問の趣旨とは離れてしまうかもしれませんが、フォント制作を始めたころに厄介だなと感じたことは「視覚的な慣れ」でした。特に本文用として見慣れた書体に対しては脳が識別性を最適化していて、実はデザインをあまり認識していないんじゃないかと思いました。見出し用の書体やロゴタイプなどでは、見慣れていないことが逆に印象に残る効果として利用できるのですが、本文用の書体では見慣れないデザインに対して「読みづらい」、果ては「劣っている」と判断してしまいがちのよう

です。これは制作する側にも言えることで、文字をデザインし、その文字を見続けていることで見慣れてしまって、デザインの的により良い判断ができていない可能性もあります。どちらも解決するためには脳のリフレッシュが必要なようです。

——M+ FONTS には、かなのバリエーション、欧文のバリエーションを用意されました。この理由を教えてください。

制作当初から、フリーでありながらスタンダードな和文／欧文フォントファミリーを目標としていました。あくまでもモダンゴシックフォントの範疇ではありますが、日々の生活の文字と接するさまざまな場面の中、その時々でちょっとしたニュアンスを使い分けることができたら楽しいだろうと考えました。親しい友人や大切な人にメールを送るとき、ブログで今日のできごとを綴るとき、ちょっと難しい小説を読むとき。どちらのバリエーションを選ぶのが正解かということではなくて、気分に合わせて選ぶこと自体が楽しいですね。半角固定幅の欧文フォントについては、このプロジェクトに限らずフリーウェアに携わっているプログラマの方々に感謝の気持ちを込めて、気持ちよく使っていただくことを願って制作しました。もちろん同様にバリエーションを用意し、気分に合わせて選ぶことができるようになっています。今、思い出したのですが、5年前にアメリカのプログラマが「The Best Font for Programming : M⁺」と題して、いかに M⁺ FONTS がプログラミングのときに使いやすいかを説明したブログエントリを公開してくださって、reddit などでもちょっとした話題になったことがありました。自分が願っていたことが、遠く海外の会ったこともない方にも伝わっていることが分かって、とても嬉しかったです。特に海外では全角文字幅の和文との関係を気にする必要がないことから、半角固定幅の英数字が狭すぎると感じる人が多い印象だったのでなおさらです。

——漢字と並行して多くのヨーロッパ言語の字種も作成されました。これに着手した理由はなんですか。

開発初期のころから多くのご要望をいただき、その都度追加していくうちにそれなりの多言語フォントになりました。1つのフリーフォントで使用許諾を気にせず、安心して日本語とラテン系言語を表示したいという需要は、自分1人ではとても気がつかなかったと思います。

——慣れない言語の文字の字形デザインには困難があったと思います。これにはどのように対処されましたか。

その言語表示を必要とする方のご要望があって、文字の字形デザインを始めます。自分にはその言語の知識はありませんから、とりあえず Mac に入っているほかの対応フォントを眺め、M⁺ FONTS などのスタイルで作ってみます。その字形デザインが通用するものなのかどうかは要望された方だけの判断となるのですが、フォントが公開され多くの方々に使われることにより、もし問題が出てくるようであればその都度修正していくつもりです。

——このように多言語フォントとしての性格も持つ M⁺ FONTS ですが、ヨーロッパ言語圏からの反響はいかがでしたか。

年に何度か個人的な感謝のメールをいただくことはありましたが、2012年にチェコ海賊党 (Česká pirátská strana) のロゴタイプに採用されたときに

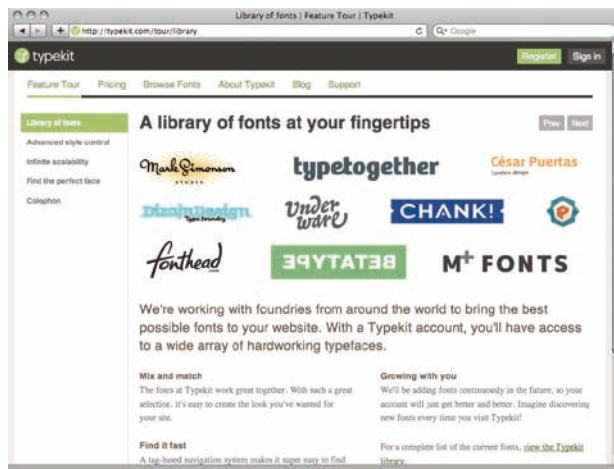
は、ついにチェコで海賊になったかと驚きました。当時のグラフィックマニュアルでは、ロゴタイプのほかにさまざまなスローガンの表示にも使われる公式フォントの扱いでした。

——M⁺ FONTS またはその派生フォントが広く使われていますが、どうお感じですか。

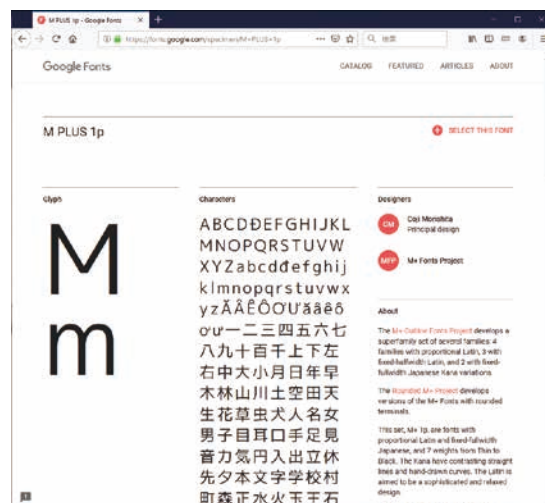
自由なライセンスを設定したもう1つの理由でもあるのですが、そのことで M⁺ FONTS が自分の手から離れ、自分の存在の有無にかかわらず自由に使われてほしいと願っています。もしかしたら遠い未来においても未来の技術に対応したフォーマットで使われているかもしれない、派生したフォントの中に自分のデザインの欠片が残っているかもしれない、などと想像することはとても楽しいことです。

——M⁺ FONTS は、無償または低廉に使用できる和文フォントが少ない時代に登場し、日本語情報処理基盤に大きな貢献をしました。この点から、M⁺ FONTS のここまでの製作を振り返ってどうお感じでしょうか。

1988年に初めての Macintosh を購入したとき、そのグラフィックデザインの道具としての可能性と同じくらい、もしくはそれ以上に興奮したのはフリーウェアの存在と文化的背景でした。当時、商業デザインの現場の真っ只中にいた自分にとって、そ



■ 図-2 M⁺ FONTS は、海外のフォントベンダに並んで Typekit で利用できるフォントとして掲載された



■ 図-3 M⁺ FONTS は Google Fonts にも収録され、Web フォントとしての利用もできる

れは夢のような世界でした。毎晩、最終電車で駆け込むような生活を送っていた自分には何もできないと思い込んでいました。いろいろあって時間ができて『ハッカーズ』（“Hackers : Heroes of the Computer Revolution” by Steven Levy）に感動して、中古の SPARCstation 2 にあえて SunOS を入れて、NetBSD に入れ替えて、Red Hat Linux/SPARC を試してみたら便利だったので、PC を用意して Slackware を入れて、悪い癖が出て Linux From Scratch (LFS) に落ち着いて、このころから LFS 上の仮想 Mac OS System 7 で古い Illustrator を起動させて M⁺ FONTS の制作を始め（今はちゃんと MacBook Pro を使っています）、小学生だった息子たちにそれぞれ Debian 入り中古 ThinkPad を与え、とコンピュータ／フリーウェアの文化に憧れて後追いついてきた自分が、少しでもその文化の片隅でお役に立つことができたのだとしたら嬉しいです。

——M⁺ FONTS またはその派生フォントが使われた場面で印象に残っているものを教えてください。

2009 年、まだ Adobe に吸収される前の Typekit Web Fonts ライブラリに欧文フォントとして採用され、有名ベンダに混じって M⁺ FONTS ロゴタイプが表示されたときには驚きました（図-2）。ネイティブの方にも欧文フォントとしてのデザインを認められ、本当に安心しました。2016 年からは Google Fonts の web fonts ライブラリにも日本語フォントとして採用され（図-3）、多くの人がさらに安心して使用できる環境が整いました。それ以外にも Web サイトや、ちょっとした印刷物、TVCM などで見つけたときはやはり嬉しいものです。

——M⁺ FONTS は、一般的なソフトウェア開発とは違うアプローチから、オープンソースで情報処理環境に貢献しました。このような貢献を考えている人にメッセージをお願いします。

生活のさまざまな場面でソフトウェアが活用されている現在では、さまざまな分野でソフトウェアと共同する必要があるということです。漠然と思って

いるだけではなく、まず自分にできることを形にして宣言することが大切だと思います。自分を例にすると、最初はビットマップフォントのエディタを手探りで使い始め、なんとか日本語フォントの基本セットができました。このフォントを公開することで多くのプログラマの方々の支援をいただくことができて、後のアウトラインフォント制作につながりました。とりあえず形にする、臆することなくそれを公開する、きっと人生が変わると思います。

——ありがとうございました。

M⁺ FONTS は、かくして日本語の情報処理基盤の一翼を担うフォントとなり、日常的に見かける「ふつう」のフォントの 1 つになっています。読者のみなさんも、身の回りに「ふつう」に存在している M⁺ FONTS を見つけてみてください。

M⁺ FONTS は、OSDN の M⁺ FONTS のページ <https://ja.osdn.net/projects/mplus-fonts/releases/62344> からダウンロードできます。M⁺ FONTS は、漢字を共通にして、かなと欧文のデザインが異なるバリエーションがあります。好きなものを利用されるとよいでしょう。プログラミング向けの欧文グリフ（単一の字幅の欧文）を持つバリエーションもあります。

Web フォントとしての利用もできます。Google Fonts（図-3）からの利用が簡単でしょう。<https://fonts.google.com/specimen/M+PLUS+1p> Google Fonts から、コンピュータにインストールして利用する M⁺ FONTS を入手できます。

M⁺ FONTS の公式 Web サイトは <https://mplus-fonts.osdn.jp/> です。書体デザインや詳しい説明は、こちらをご覧ください。

（2019 年 7 月 26 日受付）

■森下浩司 coz@users.sourceforge.jp

M⁺ FONTS PROJECT. 在学中からアルバイトとして松永真デザイン事務所に潜り込み、いつのまにかチーフデザイナーの 1 人として正式採用される。退職後は商業デザインの現場から離れ、M⁺ FONTS の制作に自我の拠り所を見つける。

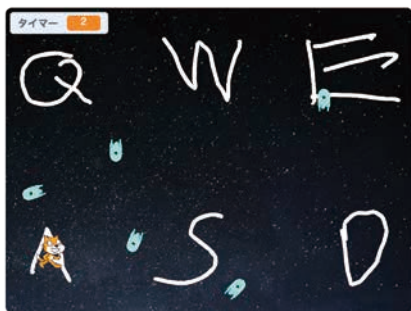
集まれ! ジュニア会員!!

今回は、ジュニア会員向けに開催した Exciting Coding! Junior の参加者による、プログラミング環境 Scratch での作品を紹介します。イベントで制作した作品ではなく、イベント終了後に制作された作品です。このように1度のイベントで終わることなく、引き続きプログラミングを楽しんで続けてくれるのはとてもうれしいです。

作品紹介 渡邊修也さんの作品

<https://scratch.mit.edu/projects/316292207/>

キーボードの6種類の文字キーでネコを操作して、ゴーストから逃げるゲームです。ネコがゴーストから20秒間逃げ続けると、ゲームクリアとなります。キーボードの文字キーを押すと、背景に書かれている対応する文字の場所へとネコが移動します。背景に書かれている6文字は、キーボードの配置と同じ配置になっています。また、ゲームのBGMにもこだわりを感じます。録音した音声を編集して、キャラクタに合ったセリフや効果音を利用しています。ぜひ聞いてみてください。



●画面キャプチャ



●ネコのプログラム (一部)



●ゴーストの音の編集画面

移動する文字ごとに異なる効果音を用意してみるのもいいですね。ぜひ対応する文字も増やしてみてください。また、ゴーストから逃げ続けるだけでなく、なにか意味を持つ英単語になるようにネコが移動するとポイントが高くなるなど、文字に関するルールやポイントを追加すると、より複雑なゲームになると思います。



音の編集機能をたくさん利用していますね。自分で作った音を利用することで、作品の世界観を作り上げているところがいいですね。文字キーを使ってネコを文字の場所に移動させるというアイデアも面白いです。

Scratch ではあらかじめさまざまな種類の音声ファイルが用意されています。また、用意された音声ファイルだけでなく、自分で録音したり、音声ファイルをアップロードすることもできます。さらに、それらの音を編集する機能も充実しています。プログラムを作成するだけでなく、今回の作品のように、利用する音の作成も Scratch では楽しめます。

参考 Web サイト : Scratch, <https://scratch.mit.edu/>

本企画では、ジュニア会員の方の作品・プログラムを募集しています。氏名、ニックネーム、ご連絡先メールアドレス、会員番号、作品に利用しているプログラミング言語、作品タイトル、作品の説明、こだわったポイントを、以下の宛先までお送りください。



会誌編集部門 E-mail : editj@ipsj.or.jp

担当 : 吉田 葵 (青山学院大学)



論文必勝法

採否判定結果が届いたら —査読結果に対する次のアクション—

松島裕康 | 東京大学

採否通知が届くまで

論文誌への投稿後は採否判定の通知を待つこととなるが、それが届くまでには学会事務局の担当や査読者のみならず、多くの編集委員が査読報告書の内容について確認にあたっている。さらには採否判定の結果についても幹事会で承認を得てから投稿者の元へ結果がようやく通知されることとなっている。

編集委員らによる査読内容の確認という一見手間と思われるかもしれないプロセスを経て著者へ査読結果を返す背景には、本会論文誌ジャーナル編集委員会で掲げている査読方針である『石を拾うことはあっても玉を捨てることなかれ』に則っているためである。これは、論文の価値は最終的に社会が決めるので、その研究分野における学術上の議論を活性化する可能性があるのであれば積極的に採録としていくという姿勢を示したものである。そのため、投稿論文がどのような点で優れているか、あるいは、投稿論文を論文誌に掲載するためには何が不足しているのかについて客観的で具体的に記述された査読報告書が著者へ届けられるように努めている。

本稿では、論文投稿から採否判定までのプロセスについて紹介し、これを通して採否判定を受け取った際の次のアクションや、査読結果から読み

取るべきポイントについて述べる。特に、はじめて論文を執筆・投稿する研究者にとって論文を通すための助けになれば幸いである。

論文投稿から査読まで

図-1に論文投稿から査読プロセスを通して採否決定がなされるまでの大まかな流れを示す。

原稿を論文査読管理システムを通して投稿すると事務局の論文誌ジャーナル担当に通知が届き、投稿時に著者が選択したキーワードをもとに選ばれた編集委員にメタ査読の担当が依頼される。メタ査読を依頼された編集委員は、投稿原稿の内容や選択されたキーワードに基づいて査読者2名を選定する。査読者は利害関係者以外から選定される。以上の主な3名が投稿原稿を査読し評価を行う。それらの査読結果の採否判定とコメント内容が査読システムを通して提出される。

採否判定の通知まで

前述したように、投稿者に送付される採否結果と査読内容には査読者2名と編集委員であるメタ査読者が主に携わっているが、その採否判定と査読報告の内容の確認には編集委員が加わって行われる。具体的には、毎月開催される論文誌ジャーナル編集委



員会において各グループごと（基盤・ネットワーク・知能・情報システム）に分かれ、採否判定の結果とその根拠が査読報告にきちんと記述されているかを編集委員同士で確認し合う。図-2に査読報告書フォーマットの概要を示す。査読者およびメタ査読者には投稿論文を読んでもらい、各項目について記入していただく。図-2の＊が付いた項目は投稿者へ送られる項目に該当している。

論文誌ジャーナル編集委員会において、判定結果が条件付き採録の場合は、採録するにあたって必要な条件が具体的に記述されているか、また、不採録の場合はその根拠が適切に書かれているかなどが確認される。報告書の確認の際に修正点があれば、査読者あるいはメタ査読者に修正を依頼することとなる。

著者へのコメント欄の記述は、査読者が指摘する上記のような内容を投稿者にきちんと理解してもらうための重要な個所なので、編集委員会では特に注意が払われる。

そのため査読者には、査読の依頼と併せて「論文査読の手引き」¹⁾や「べからず集」²⁾を参照していただくように提示している。

編集委員会で決定した採否判定はその後の幹事

会にて報告され、決定した採否の通知が投稿者の元へ事務局から送付されることとなる。

採録通知が届いたら

採録の通知が届いた場合は、原稿の最終版や著者略歴など、送付された通知の内容に従って準備していただければよい。また、査読者からのコメントで軽微な修正がある場合に対しては、読者の理解の助けになるようであればぜひ修正していただきたい。しかし論文の主張に影響が出るような修正は認められないので注意してほしい。

条件付き採録が届いたら

本会論文誌ジャーナルや Journal of Processing (JIP) への一般投稿論文による掲載論文は条件付き採録のプロセスを経て掲載されたケースが多い。条件付き採録の判定が届いたら、その採録条件を満たすように論文の修正および回答書を作成する必要がある。その条件付き採録の査読結果の中には指摘事項（つまり採録条件）が記載されており、評価されるポイントについては、前回の「論

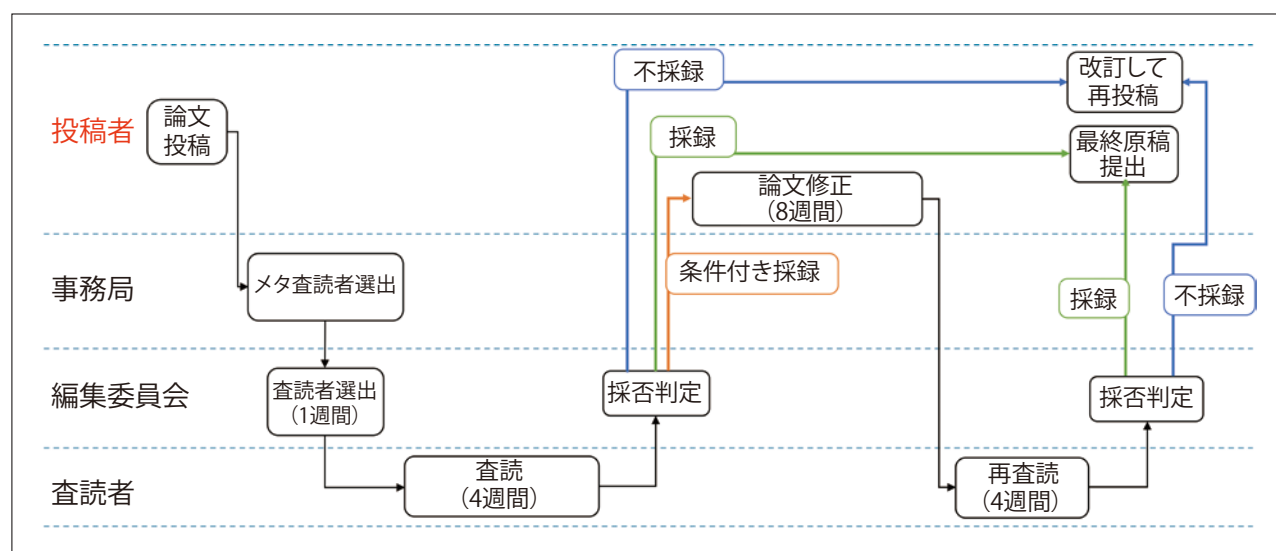


図-1 投稿から採否判定通知までのプロセス

文執筆の作法」の回でも紹介されたように、**新規性**、**有用性**、**正確さ**、**構成と読みやすさ**、そして、**本会との関連性**である。この評価項目に基づき、論文誌ジャーナルに掲載する論文として最低限満たしている必要があると判断された部分について採録条件が記述される。記載されている採録条件に対しては基本的にすべて対処する必要がある。1つでも無視してしまうと、「採録条件について対処できてないので不採録」と判断されてしまう。また、採録条件に対応した箇所を修正する場合に、別の箇所へ影響が及ぶ場合もあるが、影響範囲についても対処しておく必要がある。

どうしても論文中で対処できない場合や明らかに修正の必要がない場合については、論文の修正はせずに、修正できない理由や修正が必要ない理

由を、回答書で、丁重、かつ明確に述べるという対応もあり得る。ただし、採録条件を満たしていないと判断されるリスクもあるので、共著者らと議論し十分に検討した上で判断する必要がある。

回答書の具体的な作成方法は、次号の記事で解説する。

よく指摘される点

筆者自身、査読者として論文を読むとき、「この論文を出版する価値は一体どこなのか」、「この論文の評価できる点は何なのか」という点を念頭に置きながら読んでいる。そのため、投稿者は論文の中で客観的な目線による自身の研究の価値についてきちんと主張し、**査読者を納得させる**ことが非常に重要だと筆者は考える。特に、筆者の知る限りではあるが、本会の論文誌のみならず、ほかのジャーナル論文誌の査読や国際会議の査読においても必ず着目され評価される点が、**新規性**と**有用性**である。この2点は特に査読報告のコメント欄にもよく取り上げられるポイントである。

新規性

新規性に関する査読コメントの内容としては、端的に述べてしまえば新規性が不明確であることを指摘した記述の事例が多いだろう。このような査読結果に対処するためには、研究の位置づけをはっきりと示す必要がある。研究の位置づけを明確にするためには、関連研究についての十分なサーベイやそれらと自身の研究の違いは何なのかを示す必要がある。言いかえると、その差異を客観的に示すことこそがまさに研究の新規性を示すことにつながる。

有用性

有用性については、論文で焦点を当てている課題は何なのか、そして提案の新規性やその有用性を示せるような実験の設計や評価基準を提示し、その評価の正当性が論理的に記述されているかが

・論文の概要

~~~~~  
~~~~~

・採否判定理由

~~~~~  
~~~~~

・評点

- 新規性
- 有用性, etc., ...

・評価すべき項目

~~~~~  
~~~~~

・問題点

~~~~~  
~~~~~

・査読結果*

採録／条件付き採録／不採録

・採否判定の理由説明*

~~~~~  
~~~~~

・著者へのコメント*

~~~~~  
~~~~~

図-2 査読報告書フォーマットの概要



重要となる。また、取り組む課題が同じケースの既存手法があれば、それらとの比較実験をすることは客観的に示せる有用性として非常に理解しやすいので抑えておく必要がある。

また、可能であれば使用したデータや手法などを公開しておくことも有効である。データがあれば査読者は追試をすることも可能であり、またその研究分野において多くの研究者に活用してもらえれば、より客観的に評価されることとなる。

論文の構成・読みやすさ

実際の研究内容が優れたものだとしても、論文として体裁が整っておらず説明が不足していたりすると査読者の評価には大きく影響する。論文内での論理の展開に飛躍や破綻があると読み手に混乱をまねいてしまうし、説明が不足していると理解は困難となる。たとえば、実験結果をグラフに示したような図の説明を1つとっても、基本的な説明が不足していると投稿者の推敲が不足していると感じとられてしまう可能性がある。具体的には、縦軸と横軸が何を示すのか、単位は何なのか、値の示す意味（高いあるいは低い値だと性能が良いのか悪いのか）などはきちんと論文に記述してほしいところである。

査読者は、投稿論文の推敲をしてくれる方たちではなく、論文を評価してくれる方たちであり一読者でもある。査読者に読みにくい、あるいは理解しにくいといった印象を与えてしまうと、査読者は評価が難しくなってしまう論文の主旨や主張が取り違えられてしまう可能性を高くしてしまう。論文誌ジャーナルに掲載される論文は、研究成果を広く知ってもらうために掲載されるので、読者が理解しやすいように書くことを心がけるのはとても大事なことである。十分に推敲し、共著者には必ずチェックしてもらうようにしてほしい。

以上の点については、前回の「論文執筆の作法」で記載されてる「査読基準を知る」で書かれていることを、自分の論文に照らし合わせて確認する

とよいだろう。

不採録通知が届いたら

不採録となるのは、1回目の査読結果から採録とするには2回以上の修正を要すると判断された場合、または2回目の査読で修正論文と回答書から採録条件を満たしていないと判定された場合、そして論文の修正と回答書を8週間以内に提出できなかった場合になる。不採録となる理由としては、論文誌ジャーナル (IPSJ Journal) 原稿執筆案内³⁾の「2.4. 投稿原稿の取扱い」の(5)に記載されているいずれも査読における評価項目において、掲載論文としての要件が満たされない場合を示している。不採録通知が届いたら、まずは論文を査読してくれた査読者からのコメントをよく読むことが大切である。不採録理由は、ネガティブなことや厳しい指摘であることも多いので、腹を立てるようなことがあるかもしれない。しかし冷静になってくると、自分の論文に不足している点や今後の研究の取組みにあたってのヒントが得られる場合もある。編集委員会では、不採録の場合でも良い点を評価したり、採録に比較的近いレベルである場合は、再投稿を強く勧めるようにしている。

採否判定として不採録の通知が届いてしまった場合は残念ではあるが、査読結果の内容から指摘事項を自身の研究に反映していただき、より洗練させた論文を再度投稿してもらえることを願う。

異議申し立てについて

不採録判定に対して、異議申し立てを申請できる制度がある。不採録決定日から30日以内で、1回に限り、申請が可能である。申請は、書面^{☆1}に査読者のコメントや判定に対しての異議・主張を記

☆1 現在、決まった書式の用意はない

載し、論文誌ジャーナル編集委員会（学会事務局）に送付することで行える。ここで注意していただきたいのは、異議申し立てとは、あくまでも採否判定や査読報告の内容についての異議や主張を伝える方法であるということである。異議申し立てをする際に、内容や記述を修正した原稿を送付されても、それについての再査読は行われない。送付された申し立て書は、編集委員会で議論され対応について協議がなされる。協議の結果として異議が認められない場合は不採録判定のままとなるが、一方で、協議の結果として異議を認めた場合は、状況に合わせて、査読のやり直しや判定の変更などが行われる。

査読者は協力者

これまでで述べてきたように、査読ポリシーである『石を拾うことはあっても玉を捨てることなかれ』に則って、査読者には査読していただくように依頼している。つまり査読者は、投稿論文を論文誌に掲載するに値する論文として、何が足りていないのかを査読報告に記述し論文の質向上に

むけた指摘をしてくれる協力者でもある。投稿原稿に対し返ってきた査読結果を見て査読者を敵視するのではなく、指摘事項を謙虚に受け止め論文の修正や回答書で対処していただきたい。論文誌ジャーナル編集委員会としても、査読の手引きやべからず集の用意、新任の編集委員への編集ルールや採録条件の書き方などの説明を行うなど、適切に書かれた良い査読報告が投稿者の元へ返るよう努めている。そしてより洗練された研究論文が論文誌ジャーナルや JIP へ投稿および出版されることを願っている。

参考文献

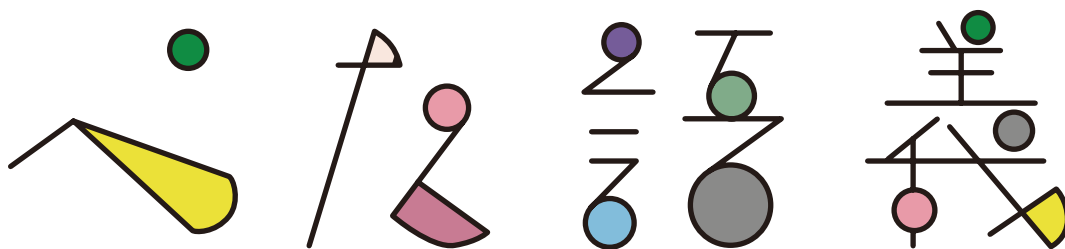
- 1) 論文誌ジャーナル編集委員会：論文査読の手引き, http://www.ipsj.or.jp/journal/manual/papers_guide.html
- 2) 論文誌ジャーナル編集委員会：べからず集, <https://www.ipsj.or.jp/journal/manual/bekarazu.html>
- 3) 論文誌ジャーナル (IPSJ Journal) 原稿執筆案内, https://www.ipsj.or.jp/journal/submit/ronbun_j_prms.html

(2019年8月11日受付)

松島裕康（正会員） matsushima@sys.t.u-tokyo.ac.jp

2013年電気通信大学情報理工学研究科後期博士課程修了。博士（工学）。現在、東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻特任助教。本会では、論文誌ジャーナル編集委員会知能グループ主査（2018年度）を務める。





Vol. 98

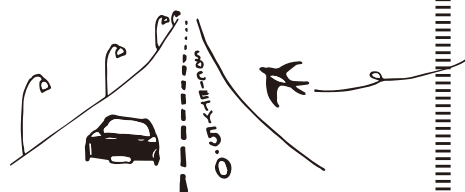
CONTENTS

【コラム】数理・データサイエンス教育… 井上 仁

【解説】高校生が開発した小学校プログラミング教育教材… 倉橋克彦

COLUMN

数理・データサイエンス教育



「超スマート社会」(Society 5.0) に向けて、数理的思考やデータ分析・活用能力を持つ人材を育成することが求められています。文部科学省は、2016年12月に「数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会」^{☆1}において、「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」をとりまとめるとともに、北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学の6大学を「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校として選定しました。拠点校は、各大学における数理・データサイエンス教育だけでなく、地域や分野における拠点として他大学の数理・データサイエンス教育に貢献することが期待されています。また2019年1月には、数理・データサイエンス教育の全国の大学への普及・展開の加速化を図るために、協力校として20大学が選定されました^{☆2}。協力校における実施体制は、選定される前から数理・データサイエンス教育研究のための組織を設置していたところもあれば、選定後に新たに設置したところ、既存の組織が担当するところ、あるいはタスクフォースや部会で実施するところなどさまざまです。多くの大学で「数理・データサイエンス教育研究センター」あるいは「数理・データ科学教育研究センター」といった名称をつけています。全国の大学に対して数理・データサイエンス教育を実施するために、北海道・東北、関東・首都圏、中部・東海、近畿、中国・四国、九州・沖縄の6つのブロックに分け、拠点校と協力校が各ブロックを分担して活動することになっています^{☆3}。

一方、高等学校においては、2022年度から施行される学習指導要領に、共通必修科目の「情報Ⅰ」においてデータサイエンスとは表記されていないものの「情報通信ネットワークとデータの活用」という項目が挙げられています。発展的な内容の選択科目の「情報Ⅱ」においては「情報とデータサイエンス」という項目が挙げられています。

このような状況の中、本会におけるデータサイエンスに関する議論は、情報処理教育委員会の元で作成されているカリキュラム標準 J17 において、従来からの6カリキュラム標準に加えて、データサイエンス領域に対する側面別カリキュラム標準を置く方針が立てられ、データサイエンスWGにて検討されました。今後データサイエンス教育委員会が設置され、さらに検討される予定です^{☆4}。本誌においても今後委員会の活動が報告されることを期待します。

井上 仁 (群馬大学)

☆1 数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/

☆2 「大学における数理・データサイエンス教育の全国展開」の協力校の選定について, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/095/gaiyou/1412367.htm

☆3 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム, <http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>

☆4 萩谷昌己: データサイエンス教育と情報教育, シンポジウム 統計・データサイエンスにおける人材育成, 2019年6月, http://qajss.org/handout_hagiya.pdf

高校生が開発した 小学校プログラミング教育教材

倉橋克彦

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

教材開発の経緯とプログラミング教育の充実に向けて

この教材は、小学校高学年を対象としたプログラミング教育用教材であり、ファシリテータの補助の下で、複数の学習者が協力するグループ学習形式で行うものである。京都市立京都工芸学院高等学校サイエンスクラブの研究チームであるアルゴリズム研究班が部活動を通して考案、開発した。この教材について第81回情報処理学会 全国大会 中高生ポスターセッションにて発表を行った(図-1)。

これまでに、部活動を通してさまざまな科学・ものづくり教室教材の開発、運営を経験してきた生徒たちが、自分たちのこれまでの経験や高校での情報教育に感じていた課題から教材の開発を行った。課題意識の多くは、いわゆる「写経」といわれるコーディング技能教育にある。自由なプログラミングを行うことを否定された経験から、自分たちよりもより下の世代のプログラミング教育が楽しいものになってほしいという思いが込められている。

プログラミング教育の充実を図る上で、企業・団

体や地域等と積極的に連携し協力を得ることは有効であるとされている。高校生によるプログラミング教育教材の開発や、プログラミング教育へのファシリテータとしての参加といった前例ができることにより、よりさまざまな形でのプログラミング教育の充実に向けた取組みが広がるきっかけとなるのではないだろうか。

プログラミング教育における「3つの柱」と教材のコンセプト

□ プログラミング教育で育む資質・能力

「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」において、プログラミング教育で育む資質・能力は、各教科等で育む資質・能力と同様に、資質・能力の「3つの柱」(「知識及び技能」,「思考力, 判断力, 表現力等」,「学びに向かう力, 人間性等」)に沿って整理されている。

【知識および技能】身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

【思考力, 判断力, 表現力等】発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。

【学びに向かう力, 人間性等】発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

□ 教材のコンセプト

今回提案する教材は、プログラミング教育で育む



図-1 中高生ポスターセッションの様子

資質・能力を直接コンピュータに触れることなく体験することで、「プログラミング的思考」が身近な生活の中でどれだけ必要とされる汎用的な能力であるかを実感させることを目的とする。また、新しい学習指導要領では、「生きる力」を育むことを目指しており、児童間の対話を重視したこの教材を用いることで、「プログラミング的思考」と同じく「生きる力」を育むことを目指す。また、課題の解決のために必要な思考力、判断力、表現力等を育むとともに、主体的に学習に取り組む態度を養うために必要とされる「言語活動の充実」を図ることも可能である。

この教材は、「順序立てて情報を伝えるゲーム『絵伝ゲーム』」と「信号機を作ることによって学ぶ『プログラミング的思考』」によって構成される。情報を伝えるという課題を解決する上で「手順があること」に気付くこと、信号機という身近なものに「コンピュータが活用されていること」、より良い信号機を考えることで「コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」に繋がると考えられ、プログラミング教育で育む「3つの柱」を包含していると考えられる。

なお、この教材は「プログラミング的思考」を育成するための指導の中の1つの要素としての提案であり、これだけでプログラミング教育が完結するというものではない。

順序立てて情報を伝えるゲーム「絵伝ゲーム」

視覚情報を他者に伝える方法を考えることで、プログラミング的思考を育む上で重要な、順序立てて物事を考える必要があるということに気付かせるためのゲームである。このゲームを「絵伝ゲーム」と呼称する。

□「絵伝ゲーム」の概要

1. このゲームは児童4名とファシリテータ1名により行う。

2. 「絵を伝える側」と「絵を伝えられる側」に児童2名ずつ分かれる。
3. 「絵を伝える側」の児童がお題となる絵(図-2)を見て、絵を見ていない人に絵の内容を伝えるために必要な情報を考え2人で相談する。その内容をファシリテータが文章にまとめる。この間「絵を伝えられる側」の児童は信号機のワークショップで用いる車の模型の操作を練習してもらう。
4. 3で作成した文章をファシリテータが読み上げ、「絵を伝えられる側」の2人が相談しながら絵を紙に描く。このときファシリテータは文章を一文ずつ切って読み上げ、文章の意図することに関する質問には答えない。
5. 描いた絵とお題の絵を見合わせ、答えを確認する。
6. あらかじめファシリテータが用意しておいた、順序立てた説明を記述した解答例(図-4)を用いてもう一度絵を描き、何が異なっているのかを考えさせる。

7. 児童の役割を交代させ、1～6をもう一度行う。

このゲームの評価のために、図-2の情報を抽象的な文章により表現した文章(図-3)と、順序立てて具体的に説明した文章(図-4)を用意し、部員の高校生を対象に、文章をもとに絵を描いてもらう実験を行った。結果を図-5、6に示す。

抽象的な文章を用いた場合と順序立てて具体的に説明した文章を用いた場合の、描かれた絵とお題の絵との一致率には大きな差があり、このゲームによって順序立てて物事を考える必要があるということの気付きを与えられるものであると考えられる。

このゲームの前に、伝言ゲームやジェスチャーゲームといった、ほかの情報を伝えるゲームを行うことで、よりさまざまな視点から情報伝達についての気付きを与えるきっかけをつくることができると考えられる。



信号機を作ること学ぶ「プログラミング的思考」

身近にある信号機もコンピュータで制御されているということを知り、また、複数の信号機を制御するアルゴリズムを考え、模型を用いて実際に信号機と車を動かすことによって信号機的设计を体験させる。さらに、考えて、動かし、改善するといったト

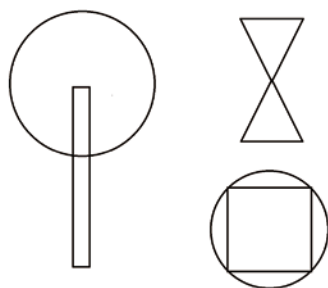


図-2 絵伝ゲーム問題例

左の方に大きくペロペロキャンディーみたいなものを描く。

右上に砂時計を描く。

右下に丸と四角が重なったものを描く。

縦と横に線を引いて紙を4つに分ける。

左上に大きく丸を描く。

丸の中心から棒を真つすぐ下に描く。

右上にいて、右上の真ん中に点を描く。

その点が上側の頂点になるように正三角形を描く。

同じ点が頂点の1つになるように、先ほどの正三角形を裏返したような正三角形を上を描く。

右下に大きく円を描く。

その丸の中にぴったりはまる大きさの正方形を描く。

図-3 抽象的な説明

図-4 順序立てた具体的な説明

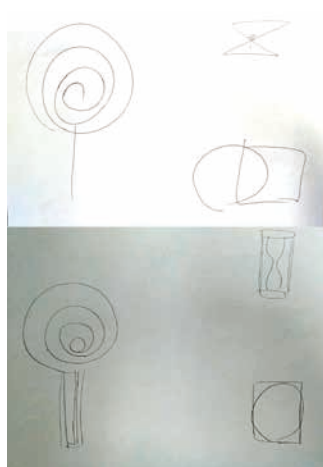


図-5 抽象的な説明での解答

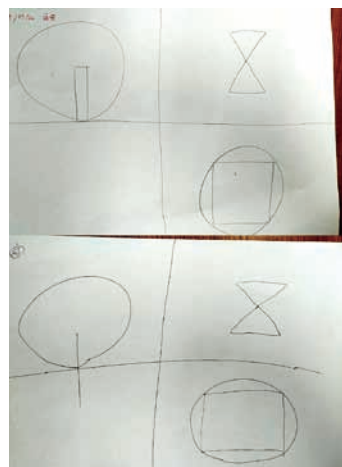


図-6 順序立てた具体的な説明での解答

ライアル & エラーを繰り返すことにより、問題解決に必要な「プログラミング的思考」を養わせる。

□ 複数の信号機のアルゴリズムを考えるワークショップ

教材の外観を図-7に示す。信号機はコンピュータに精通していない人でも簡単にハードウェアを扱えるマイコンである Arduino を用いて制御している。ワークショップの概要は以下の通りである。

1. 信号機の基本的な説明を行う。
2. 縦と横の信号機の点灯のタイミングがどうなっていれば正常に信号機が機能するかを考える。
3. フローチャートパネル (図-8) を用いて、信号の点灯タイミングを決める。
4. 作成したフローチャートを基に、ファシリテータが Arduino に書き込みを行い、信号機を作る。
5. 磁石を内蔵した車の模型を、ボードの裏から操作し、信号機が正常に機能しているかを確認する。
6. 縦と横が同時に青になるなど信号機が正常に機能していなかった場合、フローチャートを作成し直し4に戻る。正常に機能していた場合は次に進む。
7. 信号機の点灯時間を変更し、より効率良く車が通れる信号機を考える。
8. ファシリテータが Arduino に書き込み、車を動かして確認する。

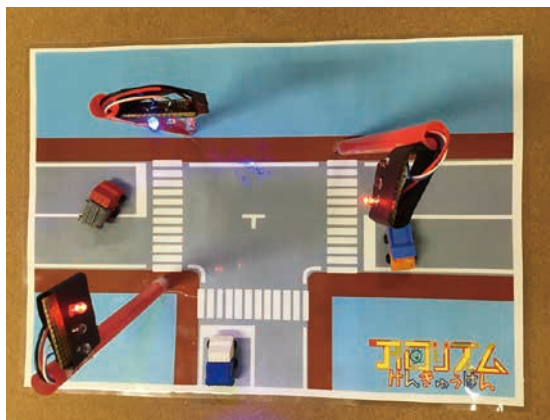


図-7 信号機教材外観

Arduino への書き込みに必要なプログラムは事前に用意しておき、フローチャートに従い必要なプログラムをコピー＆ペーストすることで書き込みを行うことができるようにすることで、指導者の負担を軽減する。Arduino の書き込み画面の例を図-9に示す。

小学生2名(小学校4年生1名, 6年生1名)を対象に、この教材の試行を行ったところ、複数回のフローチャートの作成し直しを経て正常に機能する信号機を作成することができた。

この教材を通して身近にある信号機を制御するコンピュータがどのように機能しているかを知り、その設計を経験することで、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かしていくという感覚を芽生えさせることが期待できる。

ファシリテーションを行う上での留意点

高校生が小学生に向けて教材実践のファシリテーションを行う上で留意させることを以下に示す。

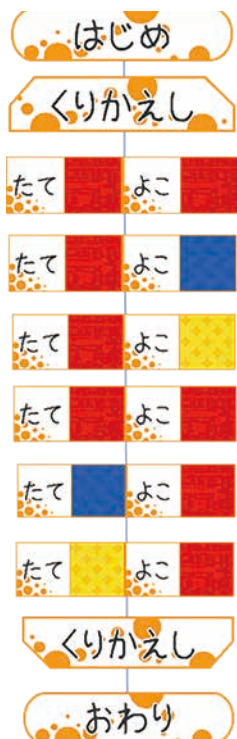


図-8 フローチャートパ
ネル

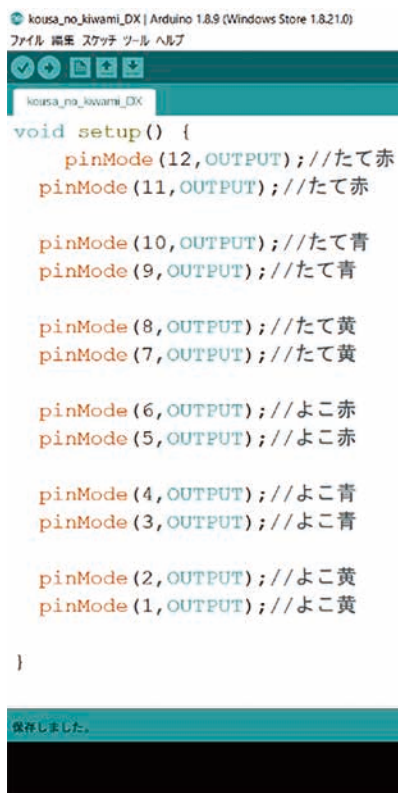


図-9 Arduino 書き込み例

□ 児童間の対話と主体性

コンピュータを用いない教材を使用することの1つの利点である、「体感」と「協力」を重視する。ファシリテータは児童が主体的な学習を行うための補助や、児童間の会話が協力的でない方向に向かったときの修正につとめる。一方的な知識の教授や、特定の正解への誘導を行うのではなく、信号機や車の模型の操作を児童に任せ、児童一人ひとりの自由な思考・発想を引き出すことを使命とする。

□ 発表に向けて

今年度の本会全国大会 中高生ポスターセッションにおける発表に向けて、本教材の教育実践を行うことで得た各種評価をまとめていく。

今後の計画

2019年10月5日に行われる京都市立京都工学院高等学校「工学展」において、近隣の小学校の児童を対象に教材実践を行う予定である。

参考文献

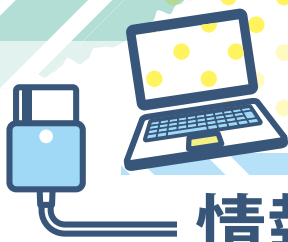
- 1) 文部科学省：小学校 学習指導要領（平成29年告示）（2017年3月）。
- 2) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引（第二版）（2018年11月）。

（2019年8月1日受付）

倉橋克彦 ka5tsu17@gmail.com

京都工芸繊維大学工芸科学研究科先端ファイブ科学専攻修士課程学生、(株)OpEL 執行役員社長。大学プロジェクトを通じた4年間の教育ボランティア経験を経て起業。教育機関、行政、民間、地域が協同して取り組む探究活動の実現を目指す。





連載



情報の授業をしよう！＝

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな

内容について、他人にどうやって分かってもらうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)



中学におけるタブレット端末を活用した、 学習における思考プロセスの可視化 —産官学連携 京都 ICT 教育構築プロジェクトに おける取り組みから—

久保泰雄 | 京都市立朱雀中学校

思考プロセスの可視化に向けて

思考プロセスの可視化への準備

昨今、急速なグローバル化や人工知能（AI）の飛躍的な進化など、社会の加速度的な変化や絶え間ない ICT の革新により、将来の予測が困難な時代を迎えている。

こうした中、2017 年 3 月に小学校・中学校の新たな学習指導要領が告示され、総則において、「情報教育・ICT 活用教育関係」について、次の 2 つのポイントが掲げられている。1 つ目に、情報活用能力を、言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けている。2 つ目は、学校の ICT 環境整備と ICT を活用した学習活動の充実に配慮するとある。これは、情報活用能力の育成を図るた

め、各学校において、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ることとなっている。

この新学習指導要領のもととなる、「情報教育・ICT 活用教育」に関する取り組みでは、2010 年度より実施された総務省の「フューチャースクール推進事業」や文部科学省の「学びのイノベーション事業」などにより、全国の学校で、電子黒板（インタラクティブ ホワイトボード：IWB）や、各教室に無線 LAN の環境が整えられ、生徒 1 人 1 台のタブレット端末を活用して、さまざまな授業や取り組みが行われた。

これらの「情報教育・ICT 活用教育」に関する取り組みをさらに深めるために、京都市立西京高等学校附属中学校、京都大学、京都外国語大学、京都市教

育委員会、日本マイクロソフト（株）・NEC（株）・大日本印刷（DNP）（株）、ゼッターリンクス（株）・Sky（株）・（株）オプティムの産官学が連携して、学校教育活動における生徒1人1台のタブレット端末の活用に向けた実践を開始した。

思考プロセスの可視化のねらい

生徒1人1台のタブレット端末の活用の目的を「ICTを利用した教育モデルを構築し、情報社会を生き抜く上での必須の知識、スキルの習得を目指す。さらに、学習履歴等のデータを通じて、ICT利活用の効果を分析する」と設定した。さまざまな教育活動において、ICTを活用した教育実践を行い、さらに、多様な学習ログの分析方法を検討し、その分析結果を学習支援に活用する。

また、2017年告示の新学習指導要領の「情報教育・ICT活用教育関係」のもととなる、先進的な実践に取り組むことについて、今後のICTの革新そのものが「人工知能（AI）、ビッグデータ、IoT（Internet of Things）等の先進技術が高度化して、あらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが『非連続的』といえるほど劇的に変わる」と捉え、「ねらい」を設定することとした。

ところで、2014年度の文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告書」では、今後の推進方策として、「児童生徒1人1台のタブレットPCを活用することにより、児童生徒の学習履歴を蓄積・活用したきめ細かな指導や、個々の興味・関心や学習の習熟の程度、学習ペース等に応じた学習が可能となる。このようなICTの有する機能を生かし、一人一人の能力や可能性を伸ばすための効果的な指導方法等について、研究開発に取り組むことが期待される」とある。

そこで、生徒1人に1台のタブレット端末の環境において、授業や総合的な学習の時間、テスト・家庭学習など、さまざまな学校教育活動にて活用し、「先進的な活用方法」と「データの蓄積」を融合し、タブレッ

ト端末に手書きした情報をもとに「思考のプロセスを可視化する」ことを、実践の「ねらい」と設定した。

「思考プロセスの可視化」について

これまでの教科書・ノートでの学習やペーパーテストでは、知ることができなかった、生徒が思考する際のプロセスについて、「直接タブレット端末に手書きしたデータ」を、「データを蓄積して解析すること」や「手書きしたデータを、その場で瞬時に再生すること」によって可視化できると考える。「どのような手順で考えたのか」、「どのような迷いがあったのか」、「どのような間違いに気づいたのか」、「どのような場面ですまずきがあるのか」等、思考のプロセスを可視化することで、生徒の学びの質がどのように向上するかを検討する。

思考プロセスの可視化のための普通教室のICT環境

2014年度の文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告書」では、ICT活用の事業として、「生徒1人1台の情報端末や電子黒板、無線LAN等が整備された環境において、デジタル教科書・教材を活用した教育の効果・影響の検証、指導方法の開発、モデルコンテンツの開発等を行う実証研究を行う」とされている。

思考プロセスの可視化のためのICT環境についても、生徒1人1台のタブレット端末（NEC製Microsoft Windows 8.1）や電子黒板（60インチ）、無線LAN等の環境を整備し、京都市立西京高等学校附属中学校第3学年119人を対象に数学科を中心としたさまざまな教科や教育活動において実践を行った（図-1）。

「思考プロセスの可視化」についての保護者・生徒への周知

生徒1人に1台のタブレット端末を導入するにあたり、生徒・保護者への周知を次のように行った。

【生徒】生徒への連絡は、3年生に対して学年集会

を行い、1人1台のタブレット端末が全員に貸与されることについての説明を行った(図-2)。

さらに、「思考プロセスの可視化」の内容および注意事項の連絡を行った。

【保護者】保護者への連絡については、学年保護者会を行い、1人1台のタブレット端末を貸与することと、「思考プロセスの可視化」の内容についての説明を行った。しかし、全員の保護者が参加していないため、書

面にて連絡も行った。

ほかにも、手書きした情報(ペンストロック)やタブレット端末の操作に関する情報(ログ)について、京都大学において解析するためにデータを提供することに関する承諾を得るため、同意書を配布し提出をお願いした。

生徒のメディアリテラシー教育

生徒1人1台のタブレット端末を導入することに

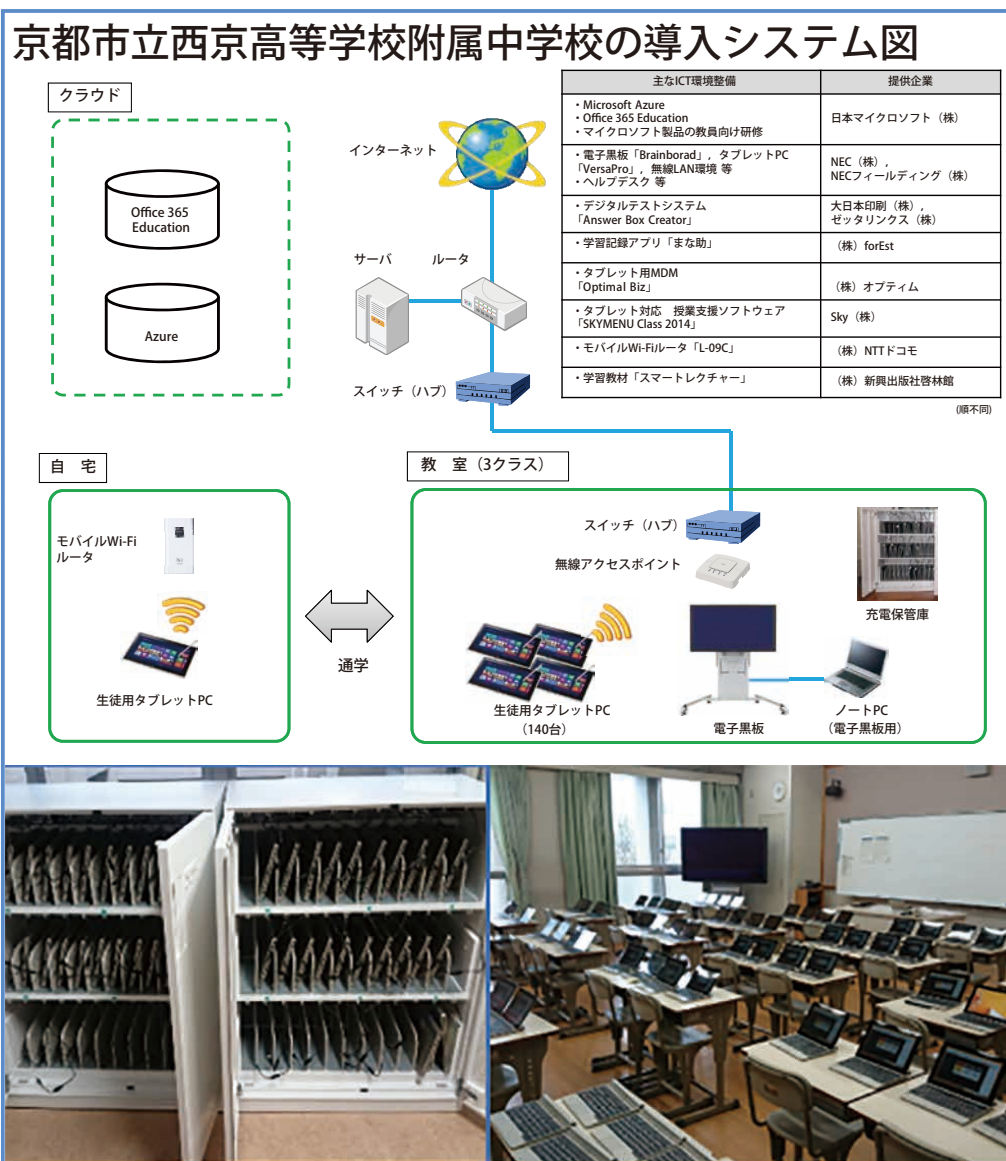


図-1 導入システムおよび教室環境

より、授業などの教育活動において、これまで以上に ICT 機器を利用する機会が増えることになる。そこで、学校教育活動に限らず、あらゆる場面を想定して、メディアリテラシー教育の、充実を図る取組みを行った。具体的には、国語や技術等の授業において、メディアリテラシーに関する授業を行った。さらに、メディアリテラシー教育の充実を図るため、外部講師として産官学連携における組織の1つである、京都外国語大学の村上正行教授を招き、メディアリテラシーに関する特別講義を行った (図-3)。

教員のタブレット端末活用研修

生徒1人1台のタブレット端末を用いた授業を行うにあたり、教員の ICT 活用指導力を向上させる取組みを行う必要がある。初めてタブレット端末に触れる教員も多く、教員研修は、次の3つのステップに分けて研修のカリキュラムを組む必要があった (図-4)。

【Step1】日本マイクロソフトによる教員研修

まず初めに、導入されたタブレット端末は、OS が Windows 8.1 ということもあり、基本的な操作方法が、これまでの Windows とは大きく異なっていた。そのため、不慣れな教員は戸惑っている様子で、OS の基本的な操作方法の研修に多くの時間を要することになった。

【Step2】Sky (株) による教員研修

次に、教室で授業を行う際に活用できる、授業支援システムの「SKYMENU」の研修を行った。コンピュータ教室には、従来から「SKYMENU」が導入されている。しかし、コンピュータ教室で授業を行う教員は少なく、この教員研修で初めて操作する教員も多かったため、ここでも多くの時間を要した。

【Step3】

最後に、タブレット端末において、学習計画の作成を行うソフト「まな助」や、手書き入力を行うソフト「Answer Box Creator」と「Open Note」の



図-2 中学3年生の学年集会の様子



図-3 京都外国語大学 村上教授による特別講義



図-4 「思考プロセスの可視化」に向けて、教員研修の様子

研修を行った。しかし、時間が足りなかったため、基本的な操作のみを研修し、それ以上の部分については教員のスキルに応じて、その都度研修を行うことにした。

思考プロセスの可視化の取組み

実践のための導入ソフトウェア

導入ソフトウェア1

【デジタルテストシステム：Answer Box Creator (ABC), 大日本印刷・ゼッターリンクス】

生徒の学習履歴を蓄積・活用するために、デジタルテストシステム「Answer Box Creator (ABC)」を導入した。このデジタルテストシステム「ABC」は、タブレット端末に配布されたデジタルテストに、スタイラスペンで直接手書きすることができ、デジタルテストデータとして保存・提出することができ



■図-5 デジタルテストシステム「ABC」で直接タブレットに書き込んでいる様子

PDF	生徒情報	テスト実施	合計点	合計得点率	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1	12-1	13-1	14-1	15-1	16-1
1	1	01	0	5.55555	80	90%	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2	1	02	0	2.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3	1	03	0	6.55555	90	90%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	1	04	0	1.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	1	05	0	2.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6	1	06	0	1.55447	80	80%	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7	1	07	0	2.55447	60	60%	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
8	1	08	0	0.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9	1	09	0	2.55447	90	90%	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	1	10	0	1.55447	70	70%	10	10	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	1	11	0	1.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12	1	12	0	1.55447	80	80%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
13	1	13	0	2.55447	60	60%	10	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14	1	14	0	1.55447	90	90%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
15	1	15	0	1.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
16	1	16	0	1.55447	100	100%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

■図-6 デジタルテストシステム「ABC」の選択式問題の解答結果一覧

る。このデジタルテストデータは、単に答えだけではなく、筆跡の順番や経過した時間に加え、消去した内容まで記録することができる (図-5)。

ほかにも、選択肢式の問題では、回収したデータを瞬時に採点・集計することができ、正答率や解答に至るまでの経過時間等のデータ分析を行うことができる。また、記述式の問題では、同一の問題の解答欄を一覧で表示することができるため、スムーズに採点することが可能である (図-6)。

導入ソフトウェア2

【デジタルペンシステム：Open Note, 大日本印刷】

タブレット端末に直接スタイラスペンで手書き入力することは、授業者の手元のタブレット端末とリアルタイムに情報が共有できるなどのメリットがあり、また、紙と鉛筆に近い感覚でスムーズに入力できるため、授業の進行に支障なく活用することができる。しかし、スタイラスペンを利用しての手書き入力にも限界があり、細かい計算や図形・グラフの作業には向いていない。また、デジタルテストシステム「ABC」の画面は小さく、入力できる範囲も限られているため、1問ごとに画面を切り替える必要がある。このことを解消するため【Open Note】を導入した。このシステムでは、PDFデータを専用ソフトウェア「Open Note」で印刷すると、プリントの全面に細かなドット(点)が印刷される。デジタルペン(先端に画像読み取り装置のついたボールペン)で書き込みを行

うと、このドットが読み取られ、そのドットパターンから、プリントのどの位置で書き込みが行われたのかを取得することができる。これにより、用紙にデジタルペンで記入した内容が、瞬時にタブレット端末に読み込まれる。また、指導者のタブレット端末でも手書きした内容を確認することができるため、授業内においてプリントに記入した内容を全体で共有することができる (図-7)。

「思考プロセスの可視化」の考察

デジタルテストによる個人内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の1つ目は、デジタルテストの解答に至るまでに手書きした文字の活用である。デジタルテストシステム「ABC」は、タブレット端末で、解答に至るまでに手書きした文字を、デジタルデータとして保存できる。このデータを活用することで思考プロセスを可視化することができる。通常授業においては、既習事項の確認のための小テストを行うことがある。通常のペーパーテストの場合、テスト終了後に採点するため、返却までに時間を要する。これを、デジタルテストシステム「ABC」で行った場合、テスト終了直後に自己採点（デジタルデータであるため、テスト終了後の修正は不可）ができるため、自分自身の学習の振り返りができ、効果は大きいと考える。また、選択肢式の問題に関しては、テスト終了後に瞬時に採点が終了する。そのため、各授業内において、個別の問題の正答率が分かるため、苦手な問題などはその場で振り返りを行うことができることも効果は大きいと考える（図-8）。

デジタルテストによる授業内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の2つ目は、解答した手書きのデータを動画として再生できることの活用である。デジタルテストシステム「ABC」を解答している際の手書き文字について、手書きした順番・時間・消去した内容等をデータとして蓄積することができる。授業において、生徒の手書きデータを再生することにより、「どのように考えたのか」や「つまずき」等の「思考のプロセス」を、クラス全体で共有することが可能となる。解答に至った経緯を、クラスの代表の生徒のデータを動画で再生することにより示すことは、あらかじめ用意されたものではなく、テスト中の思考そのものをクラス全体で共有することができるため、効果は絶大であると考えられる。なお、実際の実践では、大型の電子黒板やス

クリーンであっても、解答に至るまでの手書きデータは文字が小さく見にくいいため、それぞれのタブレット端末にも再生画面を送信した。この活用事例では、つまずきや悩みを学級全体で共有するだけではなく、秀逸な考え方や俊敏に解答に至っている過程なども、テスト終了後に瞬時に再生し学級全体で共有することができる。さらに、テスト中の解答が、テスト後に再生されることを意識するため、生徒たちのテストに対する取組み方や意識も大きく変化した（図-9）。

デジタルペンによる授業内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の3つ目は、デジタルペンで記入した内容を学級全体で共有することである。共有すること自体はデジタルテストシステム「ABC」と同様ではあるが、紙にペンで書くことができるため、通常のテストやノートに記入することと同様に行うことができる。そのため、小さく書かれた内容についても情報を共有することが



■図-7 デジタルペンで専用用紙に記入している様子



■図-8 デジタルテストシステム「ABC」に、スタイラスペンで直接書き込んでいる様子

できる。ただし、デジタルテストシステム「ABC」のように時間や消去した内容の情報がなく、書かれた内容が1筆ごとに均等な時間で再生されるだけであるため、つまりいた部分を推定することができない。このことから、思考プロセスの可視化を行う際には、内容や状況に応じてデジタルテストシステム「ABC」と使い分けることで活用の幅が広がると考えられる(図-10)。

思考プロセスの可視化の取組みを終えて

生徒の学びへの変容

取組みを開始した当初は、生徒たちは、テスト中に考え、タブレットに書き込んだ内容がその後に再生されること、つまり「思考プロセス」がリアルタイムに再現されることについて、驚きから始まり、そのうちに「間違った場合どうしよう」という気持ち

ちから恥ずかしそうにする場面も見受けられた。そのため、「思考プロセスの可視化」は、内容や状況に応じて使うことが必要であり、そのことで活用の幅が広がると考える。ただ、生徒たちは次第に、正解した内容に関心を持ったり、自分とは別の考えがあることの発見につながったりすることによって変わっていった。正解を再生した場合、間違った考え方をしていた生徒は正解への過程を理解することができる。また、正解した生徒は、再生した考え方と別の考え方をしていた場合に、ほかの考え方があることに気づくことができる。さらに、さまざまな考え方を再生することで、全体で共有することができる。また、間違った解答の場合は、間違った個所の再生画面で、クラスの生徒からの指摘の声やつぶやきが聞こえ、ときには、再生している生徒本人が再生中に自分の間違いに気づくこともある。正答だけではなく間違えることを共有することも、生徒にとっては理解を深めることにつながり、効果は大きいと考える。

今後の課題

この「思考のプロセスの可視化」を通して、課題となったのは、1人1台のタブレット端末の環境を整備しても、教員の端末操作スキルやICT活用スキルに大きな差があり、すべての教科で実践することができなかったことである。

また、「思考のプロセスを可視化」する際のソフトウェアが途中で止まったり、端末そのもののトラブルなどが生じたりすることがあり、授業がスムーズに進まない場面があった。今後は、これらの課題が少しずつ解消され、端末やソフトウェアの操作性も向上し、誰もが簡単に活用できる環境を整える必要があると考える。

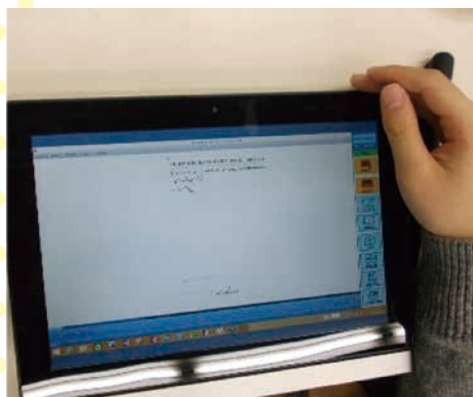
参考文献

- 1) 文部科学省：学びのイノベーション事業実証研究報告書(2014)。

(2019年7月18日受付)

久保泰雄 y-kubo@edu.city.kyoto.jp

2000年数学科教諭として京都市に採用、2010年～数学科教育研究指導員(シニアマイスター)、2011年教育実践功労者表彰、2012年～京都市立西京高等学校附属中学校、2019年～京都市立朱雀中学校。



■図-9 ほかの生徒の解答のプロセスの動画を、タブレット端末で視聴している様子



■図-10 デジタルペンで用紙に記入した内容が教員のタブレット端末に転送されている様子



第4回 ノイズキャンセリングヘッドホンで快適出張移動

◆ 移動時間に音楽聴きますか？

皆さんは出張の移動の際にどう過ごされていますか？ 特に電車や新幹線、飛行機といった「仕事するにも周りの騒音が気になる」といったことはありませんか？

騒音の中に晒され続けると、とても体力を使うと思っていました。そこで、音楽を聴きながら移動することで、それを軽減できることに気づきました。しかし、周りの騒音から解放されない、つまり、どうしても、大きな騒音の下での移動は避けられないと感じていました。ボリュームを上げて騒音を消した気になるのもよいですが、聴力への影響や、音漏れが気になり、何か良い方法がないかと思っていました。

◆ ノイズキャンセリングで「俺の空間」へ

そこに情報科学の救世主「ノイズキャンセリング」技術に出会いました。ノイズキャンセリング技術は、環境音をその逆音波で消してしまおう、という技術です。マイクで拾った環境音の反転の音波を、ヘッドホンから出力する音に合成することで周囲の音を消します。最近、ノイズキャンセリングヘッドホン（NCH）はたくさんありますが、初期のころの主流はソニーとBOSEでした。1～4万円ほどとかなりハイエンドなヘッドホン価格帯になりますが、はじめて使ったときには「俺の空間」への没入感がすごく気に入り、BOSEのヘッドホンの性能をチェックし続けています。今のお気に入りのヘッドホンはBOSE QUIETCOMFORT 35 WIRELESS HEADPHONES II です。

NCHにはインナーイヤーとオーバーイヤー型がありますが、前者は長期の使用で耳が痛くなるのをどうしても避けられないので、オーバーイヤー型を好んで使っています。後者も汗がこもる、といった感じはありますが、最近のものは通気性が良くなっています。先に紹介したヘッドホンは写真1のように大きく、目立つと思われがちですが、最近

町中で大きなヘッドホンをして歩く欧米スタイルも違和感がなくなりました。このヘッドホンを移動時に使っていると、とにかく周囲からの環境音を抹殺してくれるため、強烈な没入感を得られ「俺の空間」を確保してくれます。

◆ ヘッドホンを選ぶ際の基準はこれです

ヘッドホンを選ぶ際の基準としていくつか紹介します。愛用のBOSEのものはすべてを満たす素晴らしい製品だと思っています。

- (1) 電池の持ちが良く、無線のものが取り回しが良く選んでいます。音質は下がりますが、目的は出張先への移動ですから、有線は邪魔になります。
- (2) ヘッドホン本体がとにかくシンプルな操作性であること、制御はスマホからできるもの、というのはBOSEのヘッドホンには共通して言えると思います。単純なボタンが4つしか付いていません。
- (3) 軽くて壊れにくいこと、というのは必須です。身体的な負荷がなく装着でき、カバンにポンっと入れて持ち歩いても頑丈であることが必須事項です。

ノイズキャンセリングヘッドホンは低価格帯のものではなく、できるだけハイエンドな製品を選ぶべきだと思います。周囲との遮蔽の質が各段に違います。電車に乗る際に装着して、出張先につくまで周りの音は一切聞かずに移動する快適さになればしなうと、これなしではいられなくなりますよ。

(2019年8月30日受付)



写真1
愛用のBOSE QUIETCOMFORT 35 WIRELESS HEADPHONES II
(撮影：山際伸一)



連載

ビブリオ・トーク
—私のオズメー—

… 問 瀬正啓 (日立製作所 研究開発グループ)

誰のためのデザイン？ 増補・改訂版

—認知科学者のデザイン原論—

D.A. ノーマン 著, 岡本 明, 安村通晃, 伊賀聡一郎, 野島久雄 訳
新曜社 (2015), 520p., 3,300 円+税, ISBN : 978-4788514348

デザインの考え方の入門書

身の回りのモノを題材に認知科学の側面からデザインの原則について述べられたデザインの入門書であり、デザイナーだけでなく、エンジニア、一般の人、誰にでも楽しめるように書かれている。原著初版が1988年に出版されて以来、今でも読まれ続けられている名著である。2013年に増補・改訂版が出版され（日本語翻訳版は2015年）、デザインの原則の根本的な部分は変わらず、25年間のテクノロジーの変化に合わせて例が更新されている。

開け方の分からないドア

たとえば、ドア1つとっても、どのように操作すればよいのか分からないことがある。ぱっと見ても押すのか引くのか開け方が分からない。と思うと実はスライドして開けるドアだったりする。見た目のデザインを重視して作られたのかもしれないが、そのためにどのような操作をすればよいかが分からず、結果的に開け方の注意書きの紙が貼られていることまである。この開け方の分からないドアは「ノーマンのドア」として有名になった事例であるが、あなたもこのような場面を思い浮かべることができるのではないかな。

本書の前半は、毎日使う道具の精神病理学、日常場面における行為の心理学、頭の中の知識と外界にある知識、何をするかを知る、ヒューマンエラー？いや、デザインが悪い、という章構成となっている。製品とそれを使う人間がどのようにインタラクションするかを体系化し、発見可能性やフィードバック、

アフォーダンスとシグニファイア、対応づけ、概念モデルといったデザインの原則が述べられていく。

本書で印象的なのは、ヒューマンエラーが起こるのは多くの場合、ヒトではなくデザインが悪い、と言い切っているところである。タイピングのキーボードでエンターキーとリターンキーが分かれていたものがあつた。異なるキーを押すとそれまでのタイプ内容がなくなってしまうが、その2つのキーが近い場所に配置されていることもあり、しばしば押し間違えをしてしまい、効率を落としてしまっていた。現場のオペレータは自分の操作ミスだと思っていたが、そうではなく、これはデザインが悪いのである。

身の回りを見渡すと、前述のドアの例に限らず、複雑な家電製品をはじめとして、パッと見てもどうすればよいのか分からないデザインが多くあるのではないかな。本書の原則に照らして身の回りを観察していると、今までとは違った日常が見えてくるかもしれない。また、その過程で新しいアイディアが生まれてくることもあるかもしれない。

現実の人間中心デザイン

本書の後半では、著者がApple、ヒューレット・パッカード等の企業に在籍していたときの経験まで盛り込み、デザイン思考、ビジネス世界におけるデザインについて述べられ、さらにはイノベーションのプロセスや、25年後の未来まで見据えて、テクノロジーが変わっても変わらない原則についても語られている。

デザイン思考とは、問題を解決することを探求すると同時に、本当の問題を発見することを探求するものである。観察、アイデア創出、プロトタイプング、テストの4つの活動を反復的に繰り返していくことを人間中心デザインプロセスと呼び、これにより提案を収束させていく。

一方で、現実のビジネスの現場では、理想のデザインを突き詰めたくても、そうも言うてはいられない。本書では、「製品開発のプロセスが開始される日にしてすでに、スケジュールは遅れ、予算は超過している」と言及している。そのような中で、顧客を喜ばせるために複数の矛盾する要求を満たすように製品やサービスが生み出されていっているのである。

相手が人間というのは、製品やサービスのデザインだけでなく、ビジネスについても同じであり、デザインの考え方がイノベーションにも役立てられる場合がある。デザイン思考によるイノベーションのプロセスは近年ではビジネス書でも多く語られているところである。本書は、デザインの観点で体系化されていて、身近な題材の例から直感的に理解しながら読み進めていくことができる。

デザインを意識する

現在の情報処理はIoTやAIをはじめとして進歩が著しく、次々と新しい技術が生まれている。一方

で、製品や技術がインタラクションする対象は変わらず人間であり、人間中心のデザインの考え方はエンジニア、研究者にとって、今後ますます重要になっていくと考えられる。本書は520ページと読み応えのある分量であるが、デザインの考え方を分かりやすい例を通じて学ぶことができる1冊である。

本書の原題は“The Psychology of Everyday Things” (POET) であり、のちに“The Design of Everyday Things” (DOET) に変更されている。これらも親しみやすい題名だが、邦題の「誰のためのデザイン？」というのも、人間中心というのを端的に表した、メッセージ性が強い題名だと思う。私自身はデザイナーでもヒューマンインタフェースの専門家でもないが、新しい技術を用いたソリューションを考えるためにプロトタイプシステムを設計することがある。情報処理のシステムには、必ず開発者、運用者、そしてユーザがいるわけであり、それぞれ異なる視点を持っており、「誰のためのデザイン？」を意識するようにしている。

(2019年8月7日受付)

間瀬正啓 (正会員) masayoshi.mase.mh@hitachi.com

2011年早稲田大学 博士(工学)。2008年早稲田大学助手、2011年(株)日立製作所入社。シミュレーションと機械学習に関する研究開発に従事。





King, G., Pan, J. and Roberts, M. E. :

Reverse-engineering Censorship in China : Randomized Experimentation and Participant Observation

Science 345, 6199, 1251722 (2014) 他

SNS における情報操作

現在、無数の SNS が相互に繋がり、気軽に情報が発信できる世界規模の社会ネットワークが形成されている。その中では、日々、似た考えの人々が徒党を組み、自分たちで盛り上がり、しばしば過剰にエキサイトする。ついには、自分たちに追従する意見以外を否定し、対立が発生する。これは、エコーチェンバーと呼ばれる現象である。自分たちに都合の良い情報、つまりは、誰が、どんな理由で書き込んだか分からないフェイクニュースであってもエコーチェンバーは発生し、死人も出ている。このような、現代のネット社会の問題を研究する分野の1つが「計算社会科学」である¹⁾。不安定で危うい社会ネットワークが、日々、情報の削除や追加といった情報操作にさらされていることを、ハーバード大の政治学者 Gary King 教授らによる一連の論文から紹介する。

書き込みの削除

彼らは中国政府による世論指導の一環である情報操作の実体について調査をした。1つ目は機械的な自動検閲についてである²⁾。彼らは、100を超える中国の SNS サイトにアカウントを作り、政治や環境汚染など、さまざまな話題について肯定的なコメントと否定的なコメントを1,200投稿し、これらのコメントのその後の状態を追跡した。自動検閲により即不掲載になることはほぼなく、公開待ちの状態、つまり、その後に人力での検閲が行われていた(自動検閲が行われず、公開後に人力検閲のみが行われる場合もあった)。自動検閲が行われる確率は肯定的でも否定的でも、変わらなかった、彼ら

は、自動検閲のソフトウェア業者と契約することで、自動検閲は主に任意のキーワード検索で行われていることを知った。自然言語処理において、キーワードだけでは、肯定文と否定文の区別はつきにくい。たとえば、「汚職」は、汚職防止政策の称賛でも、汚職の糾弾でも使用される。中国政府は、削除したくない投稿を残すために、あくまで自動検閲は目安として行っているようである。

情報削除の実体、2つ目は、人力検閲である³⁾。先の自動検閲の研究により、どのような投稿内容であっても、サイトによっては、投稿直後は掲載されることが分かった。そこで彼らは、中国全土1,382の SNS サイトから、人力検閲されるよりも速く書き込みをダウンロードし、大部分の人力検閲が投稿から24時間以内に行われることを突き止めた。人力検閲される(削除や検閲中の状態になる)確率は投稿内容に強く依存している。彼らは、トピック分析により投稿を85のイベントに分類した。ポルノと検閲批判に関するイベントは、常に高頻度で検閲を受ける。また、集団行動に繋がるイベントは、投稿数が急激に増えるバースト現象が発生すると、検閲確率が急上昇する。一方で、政府の政策に関するイベントでは、投稿数がバーストしたとしても、天安門事件を批判する投稿であっても、ほとんど検閲されない(図-1を参照)。つまり、中国政府は、公衆道徳と集団行動について削除による情報操作を行っている。

書き込みの追加

もう1つの情報操作は、情報の追加である。SNSを運営するFacebook等の協力が不要で、誰しもが実行可能である。中国では、SNSで政府を助ける書き込み

をする「五毛党」と呼ばれる集団の存在が噂されている。Gary King 教授らは、地方の公的機関から流出した 2,341 通の電子メールの中に「五毛党」の業務報告書を見つけた⁴⁾。彼らは、この報告書に添付された 43,757 投稿から投稿者のアカウントの特徴を、バイズのフレームワークを使った分類機で学習した。そして、政府系アカウントの書き込みに対し、コメントやリツイートをする 10 人以下のフォロワーしか持たないアカウントが高確率で「五毛党」であることを見出した。また彼らは、これらのアカウントと、そうではないアカウントに、「五毛党」と断定できる絶妙な質問を送り、分類機による外挿の精度を確認した。これにより、中国の SNS では年間に約 4 億 4,800 万投稿（全体投稿の 0.6%）が「五毛党」による投稿と推定した。「五毛党」の投稿は、集団行動に繋がるイベントの発生時期に集中しており、特に政府系 SNS では全投稿の半数にものぼる。中国政府は、やはり集団行動を抑制するような情報操作を行っている。「五毛党」により投稿された書き込みの 80% は愛国心をうたうようなチアリーディング、13% は政府の政策に対する一般的な賞賛であり、反政府意見への反論はせず、そもそも、いかなる議論にも参加していない（図-2）。これらの事実から、中国政府の目的は、SNS ユーザーの注意を散漫にさせて議論を阻止し、潜在的な集団行動への興味をそらすことにあると思われる。

情報操作の功罪

中国での世論指導は公知の事実であり、その一環と

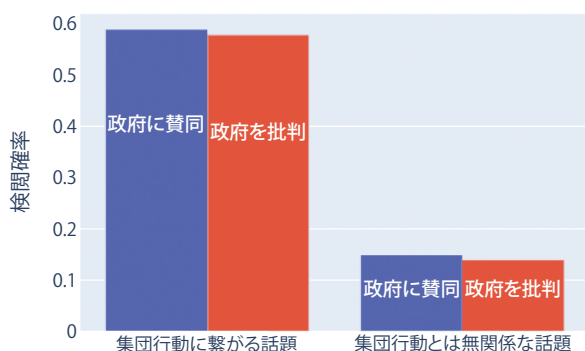


図-1 中国における SNS の検閲（文献 3）より作成

して SNS において情報が操作されている。このような情報操作は民主主義国家でも行われており、ドイツでも 2015 年は難民に対するヘイトスピーチが削除の対象であった。それ故、難民が罪を犯したとしても書き込みが削除されて、犯罪が抑止されないのではとの懸念が起きた。自己増殖的に意見が加熱し続けるエコーチェンバーの視点から言えば、過剰な書き込みを削除したり、別の話題で興味をそらしたりすることは、民衆の頭を冷やさせる政策として一理ある。しかし、やりすぎは、冷静になった世論をも操作することになり問題がある。一方で、SNS を野放しにすればエコーチェンバーが発生し、公共の利益が損なわれる。情報操作は必要なのか？ 不必要なのか？ するのであれば、どの程度行うべきか？ 我々は高い倫理観を持って、これからの SNS の情報処理技術の発展に取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) Lazer, D. et. al. : Computational Social Science, Science, 323, 5915, pp.721-723 (2009).
- 2) King, G., Pan, J. and Roberts, M. E. : Reverse-Engineering Censorship in China : Randomized Experimentation and Participant Observation, Science, 345, 6199, 1251722 (2014).
- 3) King, G., Pan, J. and Roberts, M. E. : How Censorship in China Allows Government Criticism but Silences Collective Expression, American Political Science Review 107, 2, pp.326-343 (2013).
- 4) King, G., Pan, J. and Roberts, M. E. : How the Chinese Government Fabricates Social Media Posts for Strategic Distraction, not Engaged Argument, American Political Science Review 111, 3, pp.484-501 (2017).

(2019 年 8 月 6 日受付)

水野貴之（正会員） mizuno@nii.ac.jp

2005 年中央大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士（理学）。2013 年より国立情報学研究所准教授。経済物理学・計算社会科学に関する研究に従事。

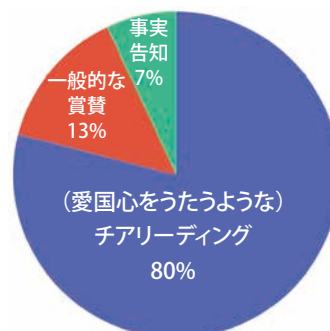
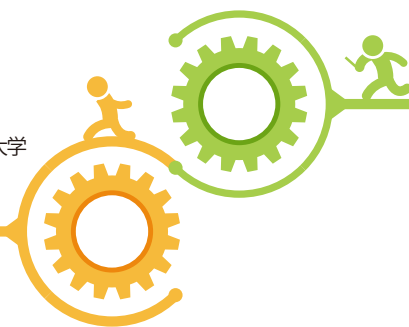


図-2 SNS に追加された書き込み（文献 4）より作成



坊農真弓 国立情報学研究所／総合研究大学院大学
楠 房子 多摩美術大学



対談：「リレーコラム」を ふりかえって

「リレーコラム」はじまりの経緯

楠：お久しぶりです。お元気でしたか？

坊農：はい、おかげさまで。2月に無事出産し、徐々に仕事を始めています。

楠：お疲れ様です。突然ですが、ここ数年続いてきたリレーコラムが今回終わることになり、リレーコラムを始めたとき、会誌・出版担当理事をされていた坊農さんに、現理事の私がインタビューすることになりました。リレーコラムを始めたきっかけをお話いただけますか？

坊農：リレーコラムのきっかけは、それまで続いていた塚本前編集長肝いりの「会誌編集委員会女子部」の終了でした。「会誌編集委員会女子部」は編集委員の女性が持ち回りで、日々感じることを自由に記事にしてきました。しかし、掲載を続けて数年、世の中は女性だけではなく、ほかのマイノリティに目を向け始めており、ダイバーシティへの注目の高まりがありました。その結果、「会誌編集委員会女子部」は終了したわけです。ただ単に終了するのは寂しいので新しいコラムを開始しようという話になり、「笑っていいとも」のテレフォンショッキング形式のリレーコラムを開始することになりました。男性にも女性にも、情報処理まわりのことを好きに話してもらおう場所を作ろうと思って。

楠：なるほど。そうすると最初の趣旨は会員、情報にかかわる方だったらどんなことでもいいので自由にエッセイ風にご自分の情報とのかかわりみたいなことをお話いただければいいかなという感じだったのですね。

坊農：そうですね。女子部を終わらせるなら、それまでそこで議論していたことの受け皿が必要だねと稲見編集長がおっしゃったんです。女子部は女性しか記事を書けないのが少々苦しくなってきた時期でもありました。執筆者によっては家庭内のこととか、赤裸々に書いていただいた人とかもいて、とても面白かったのですが、それだけで回すのは結構しんどかったです。

「リレーコラム」の展開

楠：最近ではいろいろと新しい方が入って来られて展開されていたように思うのですが、印象に残ったコラムとかはありましたか？

坊農：コラム記事というか、コラムの進め方が印象に残っています。近年 SNS が広まり、誰と誰とが友だちでどういう話をしているのか、うっすらと傍観できる世の中になりました。先ほども申し上げたように、リレーコラムは当初テレフォンショッキング形式を目指していました。電話のような線状的に繋がる深い友人関係を会誌を介して傍観するのは面白いんじゃないかと思ったんですね。実際に進めてみると、私の当初の思惑とは異なり、SNS だけで繋がっている方に回す方もいらっしゃいました。たとえば、SNS 上でやりとりはあるけれど、会ったことはない、魚を研究室で飼っている SNS 上の有名人に回すといった事例です。

楠：意外なところで接点があるんだなというのがちょっと見えて面白かったですね。リアルなつながりと記事のつながりというのがバランスがとれている場合もあるし、全然、会ったことがない方につないで、かえって面白くなったりとか、いろんな意外性がありましたね。

坊農：そうですね。そして最終的に最近掲載された2件は、女性の話になっています。結果的にダイバーシティなど、女子部が取り上げようとしていた話題になっている。

楠：なんか丸く。

坊農：そう。一周まわって戻ってきたなという印象をすごく持ちましたね。『情報処理』はほかの学会が発行している雑誌に比べると編集期間がとても短いんです。だからこそ、その時代時代とか、その時々で問題になっていることを取り上げられているというか、最前線を書いてもらえる媒体なのだろうなと実感しましたね。

編集のスピード感ととっつきやすさ

楠：事務局の後路さんの記事にありましたが、一昔前は郵送の執筆依頼で掲載まで時間がかかっていたのが、いまはスピードを持って編集が進められるようになりました。

坊農：私は一昔前の郵送やファックスで進めていた『情報処理』を知らないのですが、当時の会誌はオーソリティ（有名な先生）が本業の合間に自分の経験や知識を後進に伝えるために使う媒体だという認識で、プライベートなことを書くという風潮はなかったみたいです。郵送やファックスを使って編集していた時代には記事を書くこと自体が誉れ高いことだったんだろうと思います。しかしいまは、オンラインで記事が読める時代で、書く方や読む方だけでなく編集する方もかける時間が短くなりました。その分、記事の内容がフランクになっていっています。

楠：会誌自体も昔は学会に参加している先生方と研究室の方と企業の方という感じでしたけれども、今はもうジュニア会員もかなりの割合で読んでくれているので、層がすごく広がっていますね。なので、昔のようにただオーソリティが伝えるということでは全部のニーズをピックアップできなくなっている気がしますね。

坊農：今回リレーコラムをいったん打ち切りましょうとなったのは、すでにいろんな連載があるからというのも1つの理由ですね。

楠：そうですね。そして、いまも新しい企画がどんどん出てきています。IT紀行とか、積極的に取材に出て記事を書いていこうということですね。

坊農：なるほど。これまであまり取材には行ってなかったですもんね。

楠：どんどん外へ出て行って、より生き生きとした熱い記事を掲載しようと話しています。

坊農：リレーコラムだけではないのですけれども、会誌全体が分かりやすさとか、とっつきやすさの方にシフトしているというのは流れとしてありますね。

『情報処理』が目指す世の中の切り取り方

坊農：情報処理学会は会員が2万人もいて、すごく大きいですね。私が昔から入っている文系学会はそれに比べると本当に小さいのですが、その分専門に特化した

深掘り系の特集が組めるんです。その反面、『情報処理』は広く浅くを目指してもかまわなそうな小特集というカテゴリがあります。コラムもそっち寄りです。世の中を広く切り取った記事が多い印象です。そういう記事が書ける団体は余力があるというか、いろいろな視野を持つ人を集めることができて学会なんだと思います。

楠：情報技術自体が社会に向けていろいろ貢献していくというフェーズに入りつつあるので、そういう記事がだんだん多くなってきているのかもしれないですね。

「ああ、この人、会ってみたい」

楠：今日はありがとうございました。最後にリレーコラム全体をふりかえって何かありましたらお願いします。

坊農：「会誌編集委員会女子部」の代替としてリレーコラムを始めてみて、かれこれ2年経ちました。そして最終的には、偶然ですけども、「会誌編集委員会女子部」が扱ってきたようなテーマに戻ってきています。執筆者をリレーさせて、執筆内容を指定しないやり方は、一種の「泳がせる」手法だったと思うのですが、その手法自体が社会のいろんなことをいろんな人がつながりながら語るという形に結びついたんだろうと思います。今回の対談にあたってリレーコラムをひと通り読み返してみたんですが、「ああ、この人、学会とかで会ってみたい」という執筆者がたくさんいましたね（笑）。なんだか、尖っているのですね。すごく色のはっきりした人たちに多種多様な記事を書いていただけて編集者としては満足しています。私のような感想を持った読者が一人でもいてくれたらなと思っています（笑）。

坊農真弓（正会員） bono@nii.ac.jp

2005年神戸大学大学院総合人間科学研究科博士課程修了。2009年より国立情報学研究所・総合研究大学院大学助教。2014年より同准教授。多人数インタラクション研究および手話・触手話・指文字を対象とした相互行為研究に従事。博士（学術）。

楠 房子（正会員） kusunoki@tamabi.ac.jp

1997年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1997年多摩美術大学美術学部講師。2009年教授。教育工学、CHI、情報デザインの研究に従事。博士（工学）。



CVPR 2019 参加報告

CVPR とは

International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) は、IEEE Computer Society と Computer Vision Foundation が主催しているコンピュータビジョンとパターン認識に関する国際会議である。今年の開催場所はロサンゼルス近郊のロングビーチで、2019年6月16日から20日にかけて行われた。その熱狂的な状況をどのように表現したら読者諸氏にお伝えできるだろうか。たとえば、2019年のGoogle Scholar Metricsによれば、CVPRのH5-index^{☆1}は現在240であり、これは情報処理に関する国際会議の中で1位、科学雑誌を含む全分野のランキングでも10位に

☆1 H5-indexとは過去5年でその会議や雑誌で出版された論文のh-indexである。h-indexとは、h回以上引用された論文が、h本以上ある、という指数である。

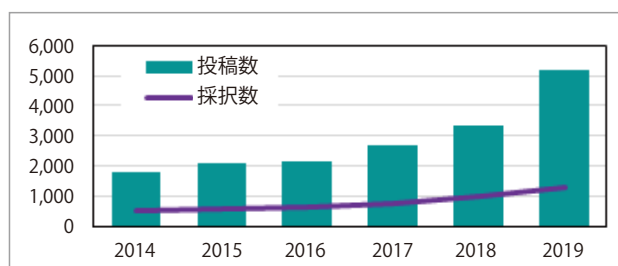


図-1 過去6年間のCVPRの投稿数と採択数 (CVPR 2019 Opening Slides¹⁾より引用)

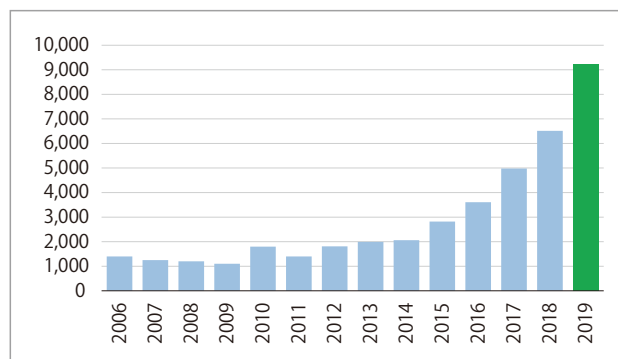


図-2 CVPR参加者数の推移 (CVPR 2019 Opening Slides¹⁾より引用)

位置している。参加者は1万人弱、スポンサーは284社、団体展示は104あり、企業などからの寄付金総額は約3億3千万円に上る。論文の投稿数は5,160本に達し、採択されたのは1,294本、すなわち、4,000本弱は不採択という巨大かつ競争の激しい状況になっている。

図-1と図-2に投稿件数と参加者数の推移を示す。いずれも加速的に増加しており、今年の参加者数は9,227人に達した。図-3はオープニングの際の会場の様子である。このホールは同時進行する3つのセッションのうちの1つを行う会場であり、CVPRに投稿して優秀と認められた論文はポスター発表に加えて、この聴衆の前で自身の研究を口頭発表するという機会を得ることができる。なお、CVPRの論文投稿の締切は例年11月中旬頃であり、その後、査読コメントの通知と1回限りの反論の機会であるrebuttalを経て、3月頃に最終の査読結果が通知される。図-4, 5に示すように、日本からは参加者数の割に論文投稿数で存在感が少なく、中国とは対照的な状況にある。



図-3 オープニング会場

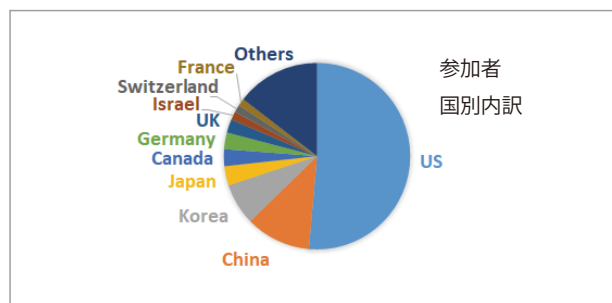


図-4 CVPR 2019の参加者の国別内訳 (CVPR 2019 Opening Slides¹⁾より引用)

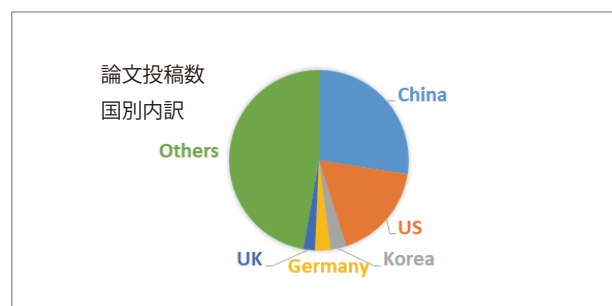


図-5 CVPR 2019の投稿論文の国別内訳 (CVPR 2019 Opening Slides¹⁾より引用)

参加者数の増加に表れているこの狂騒的な状況は、自動運転やAIブームに後押しされている。ポスターブースの周りには企業展示が大手、中小その他を問わず、多数ある(図-6)。特に今年は、昨年度よりも多くの自動運転車が展示され(図-7)、投資・競争が激化している様子が垣間見られた。また、本会議の直前2日間には25個のチュートリアルと88個ものワークショップ^{☆2}が開催され、多くの未解決問題と広範な応用に関する議論が行われた。また、会議内でのリクルーティング活動も盛んであり、各国の企業がCVPRで発表を行うような優秀な学生・研究者を呼び込もうとして開催期間中の夕方などは会場周辺でさまざまな企業のプライベートイベントも行われた。

トピックつまみ食い

1,300本弱の研究が発表されたCVPRには実にさまざまなテーマの発表が行われていた。この報告の中で、それらすべてを網羅することは不可能ながら、本報告の著者らが興味を持ったいくつかのトピックについて紹介したい。

Monocular Depth Estimation

CVPRの企業展示では、Light Detection and Ranging (LiDAR)などのセンサを大量に搭載した自動運転車が展示されており、見るものの目を奪っていた。しかし、このような大量のセンサを搭載した自動運転車は聴衆を惹きつける一方で、価格等の面から一般に広く普及するとは言いがたい。

今年のCVPRでは、このようなLiDARを大量に用いた企業展示とは対照的に、カメラ画像だけを用いて車両周囲の環境を3次元的に把握するための研究が数多く発表されていた。

特に、単眼の車載カメラ映像のみを用いて周囲の距離マップ(Depth map)を推定する単眼距離推定(Monocular Depth Estimation)と呼ばれる問題設定に関する研究が数多く見られた。

単眼距離推定は、従来のステレオカメラを用いた距離

推定とは異なり、両眼視差などの3次元的な情報を用いることなく距離を推定する必要があるため、非常に難しい問題である。多くの単眼距離推定に関する発表がある中、1枚の車載カメラ画像から距離だけではなく、画像中に存在する物体の3次元検出と車両の形状復元(shape recovery)を同時に実現した研究²⁾が発表されている。

まだまだ課題も多い問題だが、実用化されれば高価な機器を導入することなく、安価なセンサのみで自動運転や自律ロボット制御を実現することができるため、今後の技術発展が注目される。

Non-Line-Of-Sight イメージング

近年、画像認識等のタスクは学習ベースの手法により、ほぼ習熟したといえるほどの精度を達成している。しかしながら、多くの手法はあくまで「見える」ものを対象とした場合である。今年のCVPRのBest paperには、「見えない」ものをセンシングする技術が採択された³⁾。Non-Line-Of-Sight (NLOS) イメージングと呼ばれるこの夢の技術は、人類の可能性を大きく飛躍させる可能性を秘めている。たとえば、自動運転車に応用すれば、車から見えない位置から飛び出してくる人を、事前に認識することができるかもしれない。

NLOS イメージングの多くの手法では、シーンに対してパルスレーザを照射し、特殊なセンサを用いてピコスケールやナノスケールの時間解像度で各時刻にセンサに受光した光子の数を観測する。基本的なアイデアは、この時系列データから、レーザ→レーザを照射したセンサから見える点→そこから反射し到達したセンサから見えない点→さらに反射して到達したセンサから見える点→センサ、の経路を見つけることである。今年のBest paperは、Fermat pathと呼ばれる概念を提唱し、それが時系列データ上で不連続となる性質を理論的に証明した。そして、この性質を用いることで、センサから見えない場所にある物体の3次元形状の復元に成功した。

こうした特殊なセンサを用いた技術以外にも、通常のカメラを用いた研究もまだまだ少数ながら行われており、今後の発展が期待される。

少数データからの学習

深層学習を使ってみようとしたものの、学習データが

^{☆2} チュートリアルは、最近注目を集めつつある手法などについて、そのトピックの有名論文の著者などが解説を行う形式の集会。ワークショップは、本会議よりも具体的なテーマを設定することで、興味ある研究者が相互交流・情報交換をするための小規模な会議である。

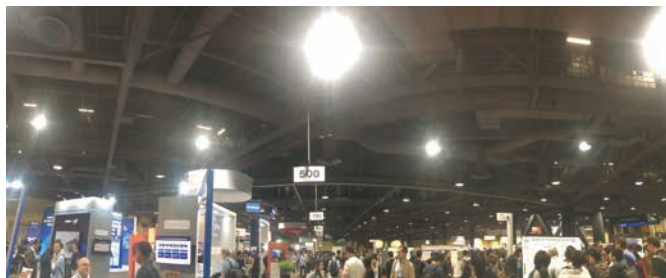


図-6 ポスターブースと企業展示



図-7 展示されていた自動運転車

GAFA などのビッグデータ企業が AI 利用を進める一方、日本に強みのある製造業などでは利用できるデータに限りがあり AI 利用が難しいことがよくある。限られたデータからの学習にはまだまだ困難な点が多いが、期待は大きく引き続き目が離せない分野であろう。



一方で、ここ 2,3 年の間に非常に多くの研究発表がなされた画像を生成する敵対的生成ネットワーク (Generative Adversarial Network : GAN^{☆4}) は、やや存在感を減じている。ワードクラウド (図 -8) の中に小さく入っている「GAN」という単語が見つけられるだろうか？ どうやら、これだけ 1 つの会議で発表件数が多いということは、主要な問題は世界中で一斉に、ヨーイドン！で研究がなされ、恐るべき速度で解かれていくということの意味するようだ。GAN により成熟した敵対的学習は、人間に解釈可能な特徴量を得るための技術として応用され、「敵対的 (Adversarial)」という単語は GAN より大きくなっている。それ以外にも、自動運転 1 つとっても、解くべき問題はまだまだ数多く残されているし、新しい手法が呼び水となって応用の幅は広がり続けている。AI は幻滅期に入ったといわれることもあるが、少なくとも視覚情報処理の分野では、若い技術者の活躍の場は、まだまだこれからも広がっていくだろうということをして、今年の CVPR に参加して改めて感じた。

- 1) <http://cvpr2019.thecvf.com/>
- 2) Manhardt, F. et al. : ROI-10D: Monocular Lifting of 2D Detection to 6D Pose and Metric Shape, CVPR 2019.
- 3) Xin, S. et al. : A Theory of Fermat Paths for Non-Line-of-Sight Measurements, CVPR 2019.
- 4) Gidaris, S. and Komodakis, N. : Generating Classification Weights With GNN Denoising Autoencoders for Few-Shot Learning, CVPR 2019.
- 5) Kim, J. et al. : Edge-Labeling Graph Neural Network for Few-Shot Learning, CVPR 2019.
- 6) Hascoet, T. et al. : On zero-shot Recognition of Generic Objects, CVPR 2019.

☆4 乱数を入力として、本物のデータと区別できなくなるような出力を得るように学習する手法・およびそのネットワークのこと。最近、GAN で生成された絵画が高額で落札されるなどして話題となった。

情報処理学会の会員になりませんか!

www.ipsj.or.jp

新規会員
募集中

一般社団法人 情報処理学会は、IT に関する専門家集団として健全な情報化社会の実現に向けて、学術・文化・産業等の多方面に貢献しています。

■活動の概要

- 出版活動（学会誌「情報処理」、論文誌、デジタルプラクティス、単行本の発行）、電子図書館への掲載
- 各種行事の開催（研究発表会、全国大会、FIT（情報科学技術フォーラム）、シンポジウム、連続セミナー、ソフトウェアジャパン他）
- 教育活動（大学の標準カリキュラム策定、JABEE 認定審査、認定情報技術者（CITP）認証、教員免許更新講習）
- 国際交流（IFIP への加盟、海外学協会との提携）
- 標準化活動
- その他の活動（各種提言・コンピュータ博物館の運営・情報処理技術遺産の認定・表彰・支部活動他）

■会員になるには

入会金（正会員のみ）と会費をお振り込みの上、入会申込書をお送りください。理事会で承認後会員証（賛助会員除く）をお送りします。情報処理学会の会員は、個人会員と賛助会員から構成されています。

個人会員

名誉会員：当学会の活動において特別な功績があり、総会で推薦された個人
正会員：当学会の目的に賛同して入会した個人で、当学会の中心的会員
学生会員：学校に在学中の個人
ジュニア会員：小学生～大学学部3年生以下の学生（会費無料）

賛助会員

当学会の活動をサポートする団体または個人

■ご入会いただくと、こんな良いことがあります。

1 最新技術を紹介する会誌「情報処理」が毎月お手元に届きます（ジュニア会員は電子版のみ）。

特集：私のターニングポイント／情報社会／サービスエクセレンス／匿名加工とプライバシー保護／大学発ICTベンチャー／串いと技術革新／暮らしの中で活躍するAIとロボット／ラーニングアナリティクス／安全なデータ活用を実現する秘密計算技術／国際標準になった認定情報技術者（CITP）／ディープラーニング活用事例と使いこなしの勘所／牛とIT/ICT／デジタルエコノミー時代のサイバーセキュリティ／機械学習工学／社会を変えるIoT 他

2 実務の現場でITを実践する皆様に向けた論文誌「デジタルプラクティス」を年4回発行しています（電子版のみ）。

特集：価値を創造するコンタクトセンタ（4月刊行）／情報セキュリティ対策のプラクティス（7月刊行）／クラウドソーシング／ヒューマンコンピューテーション（10月刊行）／情報分野における標準の戦略と実践（1月刊行）

3 電子図書館で「情報処理」の過去の記事を見ることができます。

4 「連続セミナー」に会員価格（7,000 円お得）で参加できます。

時代に即しかつ技術の先進性に富んだ内容をテーマに、その分野の第一線で活躍している講師を招いて年数回にわたり開催しています。2018 年度は「超スマート社会を切り拓く技術トレンドを探る」をテーマに、6回開催しました。

5 ホットトピックスに対応する「シンポジウム・セミナー」（5,000 円以上お得）や「研究会」に会員価格で参加できます。

3D プリンタ、Bit Coin、Fintech、GPS、IoT、ITS、アクセシビリティ、暗号、インターネット、ウェアラブル、組み込みシステム、クラウド、ゲーム、自動運転、障害者支援、シンギュラリティ、人工知能、スマート社会、セキュリティ、ソーシャルネットワーク、ダイバーシティ、データマイニング、ドローン、バイオ、ビッグデータ、ユビキタス、量子コンピュータ、ロボット、ディープラーニング

6 出版図書が会員割引で購入できます。

IT Text シリーズ、英文図書 Advanced Information Technology シリーズ、日本のコンピュータ史等

他にも会員向けサービスがたくさんあります。詳細は学会 Web サイトをご覧ください。



2018 年度

ホット
トピックス

お問い合わせは、
一般社団法人 情報処理学会 会員サービス部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
Tel.(03)3518-8370 Fax.(03)3518-8375 mem@ipsj.or.jp



戸田 巖氏

1934年2月1日生まれ
 1958年 東京大学大学院修士課程修了
 1958年 日本電信電話公社入社
 1964年 カリフォルニア大学、イリノイ大学で研究・教育に従事
 1985年 日本電信電話公社理事 情報通信処理研究所長
 1988年 日本電信電話（株）常務取締役 研究開発技術本部長
 1992年 富士通（株）常務取締役
 1994年 同社ネットワーク開発本部長
 1997年 （株）富士通研究所フェロー
 1997年 情報処理学会会長

受賞・栄誉等：

1990年 IEEE fellow
 1991年 科学技術庁 長官賞
 1996年 人工知能学会 功労賞
 1997年 紫綬褒章
 2000年 情報処理学会 功績賞
 2001年 情報処理学会 名誉会員
 2001年 大川出版賞
 2003年 電子情報通信学会 功績賞
 2004年 電子情報通信学会 名誉員
 2011年 瑞宝小綬章

今回は、電電公社電気通信研究所においてパラメトロン計算機 M-1 の研究に従事され、その後、NTT のデータ通信サービス用のコンピュータ DIPS の研究開発を指揮された戸田巖氏にお話を伺った。

オーラルヒストリー 戸田 巖氏インタビュー[†]

インタビューア（五十音順）

浦城恒雄¹ 発田 弘² 前島正裕³
 松永俊雄¹ 山田昭彦⁴

[†] 日時：2007年10月19日

場所：学生会館

生い立ち

戸田巖氏は、1934年2月1日に福島市に生まれた。国民学校2年の時に奈良市に移り、小学校、中学校、高等学校の時代は奈良で過ごした。東大に入ってから高校では教えてくれなかった線形代数などが面白いので数学をやろうかとも思ったが自信が持てないので工学部へ行った。

東大では尾佐竹徇先生の通信システムの講義に興味を持ったので先生のところに残ってもう少し勉強しようと思った。当時、尾佐竹先生は電子交換の研究と周波数変調（FM）の研究と両方やっていた、戸田氏はFMをやることになりマイクロ波の実験をやったが不器用で実験には向かないことが分かった。

電気通信研究所とパラメトロン計算機 MUSASINO-1

1958年に東京大学大学院修士課程電気工学専攻を修了後、日本

¹ 東京工科大学 ² 沖コンサルティングソリューションズ ³ 国立科学博物館 ⁴ コンピュータシステム&メディア研究所

電信電話公社^{☆1}へ入社した。

「電電公社では、4月1日に入社して3カ月は、電柱に登るなどの現場実習ですね。7月に電気通信研究所に配属されて、真っ先に喜安善市研究室長のところに挨拶に行きました。



喜安善市氏

学生時代に白色雑音の電力スペクトルがガウス分布になるという喜安さんの美しい研究成果に感激しました。また1953年からコンピュータや電子交換の研究を手掛けられた先見力のあるすごい研究者だと尊敬していました。それでぜひ喜安さんのところでコンピュータの研究をやりたいと思ったわけです。喜安さんの研究室のコンピュータグループは室賀三郎さんがヘッドで、その下に高島堅助さん、山本欣子さんがおられました。

次に室賀三郎さんのところへ行きました。そうしたらパラメトロン計算機 MUSASINO-1 号 (M-1) のガリ版のマニュアルを渡され「プログラムを書け」というわけです。実はプログラムなんか書いたことがなかったから、山本さんに機械語のプログラミングを一から教えてもらいました」

その後戸田氏は M-1 のライブラリ作りを行った。これはイリノイ大学の ILLIAC I のライブラリを翻訳する仕事だった。M-1 はイリノイ大学の ILLIAC I のアーキテクチャを採用して作られていたが、M-1 と ILLIAC I は命令語がほんの少し違うため、いちいちチェックしなければならなかった。約1年かけてグループ全員で翻訳し戸田氏が所内資料「M-1 ライブラリ」として取りまとめた。

それと並行して M-1 用の CRT と磁気テープコントロールを設計した。製図台の上で丸と線を書いて

^{☆1} 日本電信電話公社は1985年に民営化され日本電信電話株式会社となった。本資料では前者を電電公社、後者を NTT と表記する。さらに電電公社と NTT 双方にまたがる活動は NTT の活動と表記する。

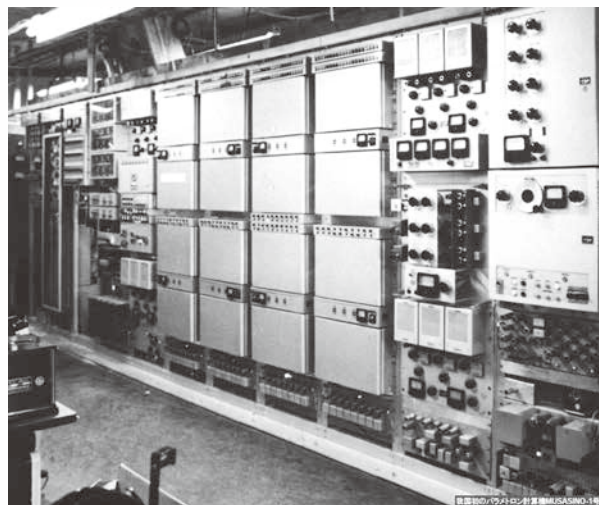


図-1 初のパラメトロン計算機 MUSASINO-1
出典)『DIPS 研究実用化の歩み—改訂版—』(2002)

パラメトロン装置の論理設計をした。あまり丸ばかり書いているのはつまらないので、戸田氏はスレッシュヨルド (閾値) ロジックの研究を始めた。すでに室賀氏がパラメトロンのモデルとして、スレッシュヨルドロジック—当時は多数決論理と言っていた—を提案していた。その理論を多少拡張した論文“多数決素子の理論”を書いて室賀氏と共著で電気通信学会に投稿した。

現在武蔵野の NTT 技術史料館に M-1 を展示してあるのは、最初に作られた手作りの M-1 ではなく、その後所内の計算処理用に富士通に製造を委託した M-1B の一部で、最初の M-1 は残っていない。

電話料金計算用計算装置 CM-100 の設計

電気通信研究所 (当時、以降通研と略す) はパラメトロンで料金計算用の計算装置 (CAMA^{☆2}) を開発していた。電信部門が担当していたが開発が難航し、1961 年になってトランジスタで CAMA 用コンピュータ (CM-100) を作ろうということになった。

「小島哲研究所長のところに、岸上利秋さん、高

^{☆2} Centralized Automatic Message Accounting

島さん、加藤満左夫さんと私が呼ばれて、“通研の興廃この一戦にあるから頑張れ！”と言われたので、CM-100 の設計をやることになったんです。論理に NEC のダイナミックフリップフロップ回路、メインメモリはコアメモリ、プログラム用 ROM にメタルカードを使用して設計しました。私はシステム設計、CPU の制御部の論理設計を担当し、NEC の玉川事業所に 3 カ月通って論理設計をやりました。

普通のコンピュータでは面白くないので、当時はまだ普及していなかった 3 段のパイプラインをとり入れたいと提案しました。リスクが大きすぎると却下されるだろうと予想していたら岸上さんは即座に OK と言ってくれたので驚きました。ロジックが複雑になるので、製造に入る前に NEC の NEAC-2203 を使って論理シミュレーションを行うことにしました」

設計は 1962 年ぐらいで終わり、1964 年に CM-100 は稼働したが、電話の料金決済の方法が変わって実用には使われなかった。ただ、そこで開発した先行制御や論理シミュレーションなどの技術は、後ほど電子交換開発に活用された。

PL/1 コンパイラの開発

1964 年に電子交換のグループができて岸上氏、高島氏、山田正計氏など CM-100 グループの大部分が電子交換へ移った。戸田氏はたまたま米国に行くことになっていたので、電子交換に移らずに 1964 年から 1965 年にかけて 1 年間、米国カリフォルニア大学バークレイ校およびイリノイ大学で研究・教育に従事した。戸田氏はコンピュータ技術について、米国と日本との大きな格差を感じて帰国した。

「カリフォルニア大学留学中、これから大事なのはプログラミング言語の研究だと気づいたので、帰国後最先端のコンパイラの研究をやってみようと

思ったんです。当時 IBM がやっていた EPL^{☆3}(後の PL/I) の仕様をもらってきてコンパイラを開発しようと考えました」

そのころ戸田氏は池野信一氏の第一研究室に所属していたがコンパイラに従事できる室員は 1 人しかいなかった。そこで高島氏のところから十数人応援してもらい、15 人ほどで開発を始めた。ポインターなど FORTRAN にない概念を理解するのにずいぶん時間がかかったことが記憶に残っているとのこと。戸田氏はデータ通信の研究計画をつくるために PL/1 のプロジェクトを途中で新井克彦氏に引き継いだ。

戸田氏は PL/1 プロジェクトを通じて大規模ソフト開発の技術的およびマネジメント的な難しさを痛感した。

なお新井、山田両氏は後述の DIPS-1 開発でそれぞれソフト、ハードの中核として活躍することになる。

データ通信分野への進出と DIPS の開発

「データ通信（オンラインコンピュータ処理）サービスは、北原安定さんが電電公社の第 3 のサービスとしてはじめると言い出して、1968 年には商用のサービスが始まったのです。



北原安定氏

電電公社の電信電話収入を見ると、人口に比例して伸びていたが、人口は 10 年くらいで飽和するので、その後は電信電話だけでは電電公社の成長は望めないというのが北原さんの理論だったのです。実際に 1979 年には電話が充足しました。北原さんは 1965 年ぐらいいに 10 年から 15 年先を見通していたこととなります。AT&T ベル研究所のほうは、そのような動き

☆3 Early Programming Language.

にはならなかったですね。

当時、事業として他人相互の通信を媒介できるのは、国内では電電公社しかなかった。全国地方銀行協会のような異なる企業間の通信は法律的に許されなかったので電電公社がやるよりしようがなかったのです。

電電公社のデータ通信サービス進出に伴い、通研でもデータ通信研究を本格化することになりました。電子交換とは別に関口良雅さん、高島さんの下に私などが集まって、データ通信の研究をすることになりました。1967年の夏にDIPS^{☆4}計画を立案しました。最初DIPSは電電公社のデータ通信用のコンピュータの開発ということで立案したのですが、途中で国産技術育成という役割も担えということになり、研究費も増額されました。電電公社の米沢滋総裁も、電電公社が産業のため技術開発を先導するという“技術先導”を経営理念に掲げていたからそれともマッチして、DIPSは社内用と国産技術の育成というデュアルパーパスになったわけです。

1968年には、電電公社データ通信サービスに使用する大型計算機DIPS-1の開発を開始しました。DIPS-1は大規模メモリ、マルチプロセッサ、ページング、キャッシュ等の新技術を採用して、当時の世界最高速を狙った野心的な計算機で、国産計算機技術育成の観点から日本電気、日立、富士通の3社と共同で開発しました。ハードウェアのアーキテクチャは各社共通とし、ハードウェア自体は各社個別設計、オペレーティングシステムソフトは一式を各社が分担して開発する枠組みにしたのです。

DIPS-1の前に電子交換の共同研究が開始されていた。電子交換機は日本電気、日立、富士通、沖、電電公社の共同開発で進められた。電子交換の場

☆4 Dendenkosha Information Processing System.

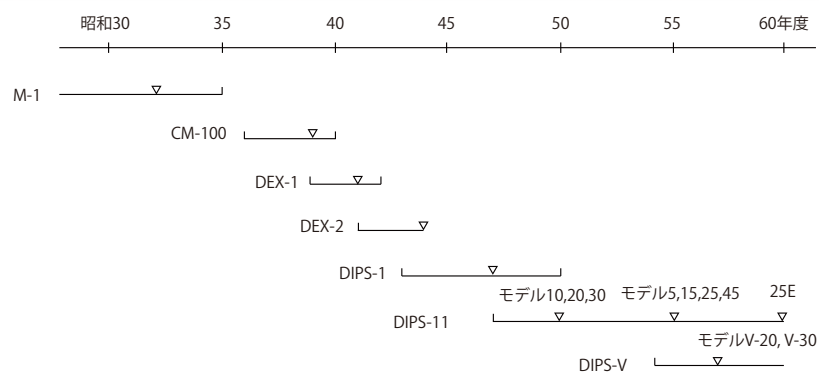


図-2 通研の計算機開発の歴史

出典) 戸田 巖：データ通信技術の開発，NTT 実用化研究報告，35，9 (1986)。



図-3 DIPS-1

出典) 『DIPS 研究実用化の歩み 一改訂版一』 (2002)

合には、ハードウェア仕様書を電電公社が書いて、4社がそれぞれ同じハードウェアをつくるという形態だった。DIPSでは電電公社の実力を考えハードについてはアーキテクチャの統一にとどめることにした。DIPS-1ではメーカー各社にデバッグマシンの試作を依頼したことなどで開発費は300億円近くになった。

「DIPS-1は、オンライン用として性能向上に工夫を凝らした独自のアーキテクチャを採用しています。また国産技術の育成のため、ICメモリなど最新のハードウェア技術を積極的に取り入れました。DIPS-1の商用1号機は、1973年に東京の芝電話局で科学技術計算サービス (DEMOS-E) 提供に使用されました。DIPS-1は、その後LSI技術の進歩を

取り入れて DIPS-11 シリーズとして複数機種に展開しました。その際各メーカーが 1 機種ずつ担当するようにして各社あたりの出荷台数の増大を図りました」

DIPS 計画は当初デュアルパーパスだったが、メーカーのコンピュータ技術の向上に伴い国産技術育成の旗頭は影が薄くなった。その結果 DIPS は NTT 社内で多数使用された。

さらに各メーカーの民需用コンピュータ生産額が増えるに従い DIPS と民需機双方の開発を行うのが困難になった。ハードについては DIPS と民需機を共通プラットフォーム上に実現する技術が開発された。DIPS ソフト要員の確保は戸田氏の頭痛のタネだった。

その後 DIPS 開発は 1992 年まで続けられ、これに従事した各社の技術者は総数 5 万人といわれる。DIPS 開発の経験を活かして各社のコンピュータビジネスの指導者となった人が多い。

「DIPS は、IBM やバロースなどいろいろなコンピュータの影響も受けたとは思いますが、IBM コンパティブルにするという方針をとらずに、できるかぎり独自に技術的に最適なアーキテクチャを設計するという方針をとりました。各社にそれぞれ自分の頭で考えた提案を出してもらい、技術的に優劣がつけば良い方に決めた。自由に発想できて、さらにお互いに切磋琢磨したため、技術的に優れた結果が得られただけでなく、技術者としては達成感のもてる非常におもしろいプロジェクトであったと思いますね」

DIPS のソフトウェア開発

ソフトウェアは多数の技術者の共同設計であるため、戸田氏は品質管理 (QA) の思想を取り入れて、ソフトウェア工学の手法を積極的に採用した。



図-4 DIPS-11/30

出典『DIPS 研究実用化の歩み—改訂版—』(2002)

「当初の計画では 200 人ぐらいの開発者が必要になったのです。通研でも電子交換の技術者の応援を得たが、それでも 20～30 人しかおらず、そのうちコンピュータが分かっているのはごく少数だった。各社 50 人ずつ用意してもらおう要請をしたが、各社も自分のところの仕事で手一杯で、参加したのはほとんど新卒だった。したがって素人を使って大きなソフトをどうつくるかというのが課題で、そのためにはまず帳票、ドキュメント、図面等の様式、ソフトを作成する作業手順および開発ツールを統一するということが結論だったわけです。最初に素人にエキスパートの作業手順を教えるため、また共同研究各社でバラバラだったソフト作成手順を統一するためのマニュアルを整備しました」

ソフトウェア開発プロセスをいくつかの工程に分割し、各工程でどういうドキュメント、図面、ソフト等の生産物をつくるかを決めて、各工程の終わりには必ずその工程の生産物をレビューした。

戸田氏は日立製作所のハードウェア工場の検査部隊をまねて、ソフトの検査部隊をつくった。品質の良いソフトをつくれれば生産性も上がると考えて、ハードウェア製造で採用されていた品質保証の活動を、できるだけソフトにも取り入れようと試みた。

「設計の初期工程ではドキュメントしか出てこないから、そのドキュメントを検査しました。各工程

に品質をつくり込むというのが QA の考えです。今までは最終のテスト工程でバグを一度に出したが、できるだけ上流でとろうという考えです。これはドキュメントを重視するという考え方です。きちんとドキュメントをつくらないと、たくさんの人で一つのプログラムはできないというのは明らかです」

もうひとつ一生懸命やったのは、メンバ間の情報の共有と正確迅速なコミュニケーションで、当時は電子メールがなかったから、連絡票やバグ票というのを作った。企業文化の違う 4 社からの多数の参加者の間に誤解が生じないようにするという目的で取り入れた。

DIPS 開発の初期は、どうやってソフトをつくるか (how) というソフトウェアエンジニアリング的な配慮が多く、1970 年代からはどういうソフトをつくるか (what) という議論が中心になった。徐々にアプリケーションがはっきりしてきたから、リアルタイム動作が高速になるようにチューンアップした。他社を凌駕した高性能の OS に仕上がったのが 1970 年代後半だった。

「あと、ネットワークアーキテクチャ DCNA (Data Communication Network Architecture) です。IBM の SNA の発表を聞いてこれはやられたと思った。当然電電公社がやらなければいけない仕事だと思ったから、電電公社の中で予算を確保し共同研究を始めた。最初の SNA は、マスタ／スレーブの通信モデルだったけれど、DCNA は Peer to Peer モデルを採用したこと、それから、レベル 7 のプロトコルを一部標準化したことが特徴ですが、基本的には SNA に触発された。ISO の標準化とネットワークアーキテクチャという概念を普及した点では役に立ったと思っています」

1980 年代後半から DIPS の幕引きのため、ソフトランディングをどうするかということが検討され

た。NTT が DIPS 上で開発したアプリケーション資産をどうやって各社民需機に引き継ぐかが問題だった。

DIPS の幕引きには、10 年程度かけるのが NTT 内の混乱を防ぐミソだと戸田氏は考えていたので、その案を 1992 年に常務会に提案し承認を得た。実際の引継ぎには 10 年 3 カ月ぐらいかかった。

戸田氏は 1988 年に NTT 常務取締役 研究開発技術本部長に就任し、NTT 研究開発全般の指導に当たった。

これからの研究開発

「DIPS は、NTT の中で使うコンピュータを開発したということ、共同研究を通じて NTT だけではなく各社のオンライン関連の技術力向上に貢献したこと、技術者を多数育成したことが成果だといえます。

DIPS 以降は、そういう大きなプロジェクトで、ビジネスにも役立ち、技術も育ち、人も育つというようなものはほとんど見当たりません。現在は各社利害が一致する目標がなくなったからといえるでしょう。

DIPS はある意味で時代がよかったですね。1960 年代後半から 1980 年代には、PCM 等のデジタル通信技術、光伝送技術、IC、LSI の半導体技術が急速に進歩しました。いわば新技術ラッシュの時代だった。技術開発を速くやればそれなりのリターンが期待できる時代だから、みんな一生懸命技術開発競争に熱中した。今は、情報処理技術がかなり成熟し革新的な技術は出にくくなっていますね。

DIPS 開発では電電公社が新技術のアーリー・アダプターという役割を果たす方針を、私は意識的に採用しました。DIPS-1 でいえば、ページングやキャッシュなどの技術をオンラインに使うということは、誰かがやってみないとリスクが大きくて一般の商用には使えない。電電公社がリスクをとって実証し産業界がフォローするという考え方です。さ

らに典型的なのは、1970年代後半に入ってから
のLSIメモリの採用です。電電公社、日本電気、日立、
富士通のLSI共同研究の成果である64KB、256KB、
1MBのLSIがそれぞれ開発完了したときに真っ先
にDIPSに採用しました。

PL/Iをやった経験にもとづいて、OSはすべて
高級言語SYSLで書くという決断もその一つです。
SYSLはPL/Iよりもっと簡単化しているので、アセ
ンブラに比べて性能が5%ぐらい悪くなったが、生
産性は各段に向上しました。

プロセッサも日本で最初にワンチップのVLSI
プロセッサを計画しました、I/Oなどその他全部含
めてワンチップにならないか検討してもらった結果、
3チップぐらいになったのです。

現在はアーリー・アダプターの役割を意識的に担
う人がなくなっていますね。電電公社がアーリー・
アダプターの役割を果たせたのは、電電公社が独占
企業だったからできたという面もありますが」

電電公社がなくなり、独占企業体がなくなったと
いうのは技術開発という点では非常に大きな損失と
いわれる。独占企業では開発が成功すれば必ず事業
に導入されるが、競争のある民間企業の場合には開
発が技術的に成功しても、市場で受け入れられなけ
ればだめである。したがって、製品開発のリスクは
技術開発のリスクと市場のリスクの足し算になる。
市場のリスクがより少ない電電公社はより大きな技
術開発のリスクを引き受けられる。

「独占で保護されていたとはいえ電電公社もベル
研究所も自分の責任で技術開発に大金を投資しまし
た。自己責任で金を使うという体制は死に物狂いにな
るという意味で新技術開発にはきわめて有効と思
います。残念ながら独占がなくなってベル研究所は
凋落してしまった。

民営化にともないNTTの研究関係の役割という
のは大分変わっています。以前電電公社の研究所で

はメーカとオーバーラップした“ものづくり”の研
究もやったが、私はNTTではこの種の研究はやる
なと言ってきました。情報技術が成熟してきたので
研究開発自身難しくなっています。今後技術の
応用が主要課題になるでしょう。

アメリカでは政府、企業のほかに多数のベンチャ
ーキャピタルとかエンジェルキャピタルが資金を出
して開発のリスクをとっています。資金の出し手の
考え方が非常に多様化されているのが特徴です。日
本の場合は資金の出し手の数が少なくその考え方も
均質なのが問題でしょう。今後大胆な体制の転換が
必要なのではないのでしょうか。

日本発のアーキテクチャやソフトの中で世界でも
広く使われているものは非常に少ない。もちろん
Ruby等の例外はあるが、これは日本には歴史的に
大フィロソファーが誕生しなかったということと関
係あると思う。フィロソファーというのは、宇宙万
物をできるだけ単純な原則で説明しようという人種
です。

全体を大きく見る見方は日本人が不得意なのでし
ょう。

日本のコンピュータ各社がIBMコンパティブル
の方針をとったのはビジネス的には大成功だった。
しかし技術者が一番上位のアーキテクチャを自分の
頭で考えなくなったという意味では、大きな損失だ
ったと思う。コンパティブル戦略は10年ぐらいで
やめればよかったが、20年もやったのは長すぎた。
これが現在の日本の情報処理技術の低迷、情報処理
産業低迷の原因の一つであると思います」

通信の分野ではアーキテクトはNTTだった。各
社はNTTに言われたアーキテクチャでつくったの
で、各社にはアーキテクトは育っていない。

その結果各社には、コンピュータでも通信でもシ
ステム全体を見るアーキテクトが育っていない。サ
ブシステムのアーキテクトは各社にいますが、システ
ム全体のアーキテクトがいないことが大問題である。



戸田 巖氏を囲んで。左から発田弘、浦城恒雄、前島正裕、山田昭彦、松永俊雄

その育成がこれからの課題で、育てるのに何十年もかかるだろう。9年前に、戸田氏は日本工学アカデミーでアーキテクト育成について、いろんな人の意見を聞いて報告書を作成し公表した。

企業に移って

戸田氏は1992年に富士通（株）に移り、常務取締役ネットワーク開発本部長に就任した。

NTT時代は電話からOSIまでの技術にかかわったが、富士通ではルーター等のインターネット関連機器の開発を担当した。インターネットの黎明期で非常に面白かったとのことである。1997年に富士通フェローに就任し、エレクトロニックコマースやQoS等のインターネット関連の研究を行った。

「今までお話ししたいろいろな仕事はNTTおよび関連メーカの皆さんのアイデアと尽力によって出来上がったものです。個々にお名前を挙げることはできませんでしたがご指導、ご協力賜ったすべての皆さんに厚くお礼申し上げます」

（編集部注）このインタビューは死後発表を条件に

12年前の2007年10月に行われた。しかし学会創立60周年記念にオーラルヒストリーをまとめて刊行することになったので戸田氏の加筆を得て今回掲載するものである。

（加筆：戸田巖氏、編集担当：山田昭彦）

（2019年4月30日受付）

◆インタビュー紹介（五十音順）

浦城恒雄（正会員）u_tsuneo@yahoo.co.jp

1959年東京大学理学部物理学科卒業。1991年日立製作所研究開発推進本部長。1995年同所技師長。1999年東京工科大学教授。2007年同大名誉教授。本会フェロー。

発田 弘（名誉会員）hatta746@oki.com

1963年東京大学工学部電子工学科卒業。同年日本電気（株）入社。2002年同社退社。同年沖電気工業（株）入社。歴史特別委員会委員長。本会フェロー。

前島正裕（正会員）maejima@kahaku.go.jp

1986年東京農工大学工学部電気工学科卒業。1988年同大学院工学研究科修士課程修了。同年、国立科学博物館に任官。2002年国立科学博物館理工学研究部 主任研究官。2007年同研究主幹。歴史特別委員会委員。

松永俊雄（正会員）matsu@stf.teu.ac.jp

1965年東北大学工学部通信工学科卒業。同年電電公社入社。1993年NTTを退職。同年東京工科大学教授。2001年同大工学部長。2007年同大学院研究科長。2009年同大名誉教授。歴史特別委員会委員。博士（工学）東北大学。

山田昭彦（名誉会員）yamadaacshc@gmail.com

1959年大阪大学工学部通信工学科卒業。日本電気、都立大工学部、国立科学博物館、東京電機大理工学部を経て、現在、コンピュータシステム&メディア研究所。元歴史特別委員会委員。本会フェロー。

会員の広場

今月の会員の広場では、8月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。まず、特集「グローバルに活躍する」については、以下のご意見・ご感想をいただきました。

■もっとポピュラーな地域のトピックがあった方が参考になると思いました。(匿名希望)

「2. 日本への留学のメリットとその後のキャリア」

■インタビューの描写が多く、要点や重要なところの解説等が少なかった。(匿名希望)

小特集「ワークライフバランス」については、以下のご意見・ご感想をいただきました。

■小本特集は、自分も介護の経験があり、参考にもなった。これらの記事は論文とは性質が違い、一般にWebなどで見られるようにしてもいいかと思う。線引きが難しいかもしれないが。(匿名希望)

■身近な内容で良かった。小さい子どもがいると何かと制限されるので、色々なチャレンジをされている記事は励みになりました。(匿名希望)

■私も介護と仕事の両立に、直面していた時期があり共感しました。(椎原貴幸)

■それぞれの事情を背景とした具体的な事例は、大変よく実態が理解できました。このテーマの本質は生産性向上に繋がっていくもので、それはワークシェアリングのレベルからイノベーション創出まで多様な側面を支える社会インフラとして成熟していくものと期待しています。この点でさらにテーマを掘り下げていただければ、読者としては嬉しく思います。(匿名希望)

■労働時間を削減してもアウトプットは減らず、しかしQoLも下げず、という個人と社会の幸福を考えた。常に一定のアウトプットを出す、というのも無茶なのかもしれない。育児や介護、自分の病気等で一時的に働けないときのサポート体制は、社会や所属機関の制度、周りからの心遣いが必要である。何よりも自分自身がそれを求めるだけの知識と意識を持つことができるかが重要に感じた。(匿名希望)

連載「ビブリオ・トーク：AIの遺電子」については、以下のご意見・ご感想をいただきました。

■読んだことがあり、よく分かった。

(匿名希望／ジュニア会員)

連載「5分で分かる!? 有名論文ナメ読み：Duchi, J. et al.: Adaptive Subgradient Methods for Online Learning and Stochastic Optimization」については、以下のご意見・ご感想をいただきました。

■機械学習分野における数値最適化の重要性が分かり、大変有意義でした。(匿名希望)

連載漫画「IT 日和」については、以下のご意見・ご感想をいただきました。

■「シンギュラリ Tea」が好きです。(井上勢大／ジュニア会員)

会誌の内容や今後取り上げてほしいテーマに関して、以下のご意見やご要望をお寄せいただきました。今後の参考にいたします。

■本会で取り上げない、他業種の情報も記載いただくと嬉しく思います。たとえば、食文化とか、建設業のこととか、何でもよいので他業種のことをテーマとして取り上げていただけると嬉しく思います。あと、今回は良い記事ばかりでした。(匿名希望)

■8月号、大変読み応えがありました。最初、「情報処理」でグローバルとワークライフバランス？と思いましたが、小特集も特集かと思うほどの良記事でした。また、「2018年度論文賞の受賞論文紹介」もなるほどと思うものが多く、興味深く拝読しました。そのように読み進めていたら、月号楽しみにしていた「IT 日和」最終回！！とショックを受けましたが、タイトルを変えての新連載のようで、引き続き楽しみにしています。(匿名希望)

■電子工作に関する記事が読みたいです。

(匿名希望／ジュニア会員)

■親近感を持てる記事があるとよいので、さまざまな題材で記事を書いてくださると嬉しいです。

(永江毘加里／ジュニア会員)

■賛助会員にも電子版を読めるようにしていただきたい。

(匿名希望)

■スーパーコンピュータレベルのコンピュータが設置されている世界の各組織の実情の見学ツアーをし、その特徴等の紹介記事があったら興味深い。

(匿名希望)

■今月号の特集は、読みやすかったのですが、その反面、知識興味をかきたてられる内容ではなく、少し物足りなく感じました。(匿名希望)

■今回ほど「技術」色が薄い会誌も珍しいのではないかと、学会の会誌としては、もっと「技術」を前面に出してほしい。

(伊藤雅樹)

■大学における情報領域の研究教育活動について、各部門(研究・教育・環境インフラ管理等)／教員・職員の協働はどうあるべきか、教育専従教員の在り方、高大連携や外部企業との連携等について興味を持っております。特に文系を含めた幅広いAI教育が求められる中、大学の情報教育はどうあるべきか考えさせられています。

(匿名希望)

■今回の特集は2つとも、よくあるテーマではありますが、研究者やIT技術者としての環境を反映した課題であったり、IT屋ならではの視点の分析があったりして、情報処理学会誌ならではの内容になっていたと思います。情報処理技術とは直接関係ないものの、会員が活躍していく上で大事なテーマですので、今後もこのような記事があるとよいと思います。

(匿名希望)

■ジュニア会員へのインタビューを掲載してほしい。

(國武悠人／ジュニア会員)

■Raspberry Pi 4 について取り上げてほしいです。

(匿名希望／ジュニア会員)

■今回も冒頭からVRという話題のカテゴリから入り、読者の関心を惹きつけやすいコラムから展開されており、非常に読みやすかったです。

(浜辺裕多／ジュニア会員)

■タイ王国の状況や取り巻く環境を少しは知ることができたが、今号の特集の意図がよく分からなかった。その中で、介護については、大変興味深く読めた。十人十色の状況であるが、その人が置かれた環境に依存するのが今の日本の問題だと感じた。

(匿名希望)

■今月はすべての記事が導入としては興味深いものだったのですが小粒で表面的すぎる印象でした。タイムリーに記事として載せる必要があったのではないかと推察しますが、特集を名乗る記事については企画を練る時間をしっかり取っていただき、深掘りをした内容の記事を期待したいと思います。一方で論文の紹介記事はこの論文読んでみようと思わせてくれる内容で良かったと思います。

(滝内邦弘)

■特集、小特集、どちらもとても面白いものでした。どの記事も具体的な事例が取り上げられてあることが良かったです。同じ状況になることは少ないだろうとは思いますが、具体的な事例には説得力があり、そこから得られること、参考になることは多くあります。特に、介護とのバランスを実際にはかったという記事は、職場で受ける介護研修よりもずっと参考になりました。

(柏野和佳子)

■夏休みの機会に、初めて会誌全部を通して読みました。少し前よりも、全体にとっても読みやすくなっていると感じました。新しく始まった「買い物自慢」、今度始まる「IT紀行」、いずれも楽しみにしています。また、今回、1つの記事を読むのにどれくらいかかるのかはかってみました。人により、文章の難しさにより違うと思いますが、1つ、5分から10分ぐらいでした。5分ぐらいだと気軽に読めてよかったです。

(匿名希望)

【本欄担当 山本祐輔、鵜川始陽／会員サービス分野】

これらのコメントはWeb版会員の広場「読者からの声」<URL: <https://www.ipsj.or.jp/magazine/dokusha.html>>にも掲載しています。Web版では、紙面の制限などのため掲載できなかったコメントも掲載していますので、ぜひ、こちらもご参照ください。会誌や掲載記事に関するご意見・ご感想は学会Webページでも受け付けております。今後もより良い会誌を作るため、ぜひ皆様のお声をお寄せください。

皆様にとって会誌をより役立つものとするため、

- ・記事に対する感想、意見
- ・記事テーマの提案
- ・会誌または学会に対する全般的な意見、提言
- ・その他、情報処理技術についての全般的な意見、提言

など自由にご意見、ご感想をお待ちしております。

なお、「道しるべ」については

<URL: <https://www.ipsj.or.jp/magazine/sippitsu/michishirube.html>>で

これからのテーマ案を募集しており、いただいたご意見をまとめております。

※ご意見、ご感想を会誌に掲載させていただいた方には薄謝または記念品を進呈いたします。

掲載に際しては、編集の都合上、ご意見に手を加えさせていただくことがありますので、あらかじめご了承ください。なお、意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いたします。 <URL: <https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html>>

応募先 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax (03) 3518-8375
<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>

ご意見をお寄せ
ください!



IPSJ カレンダー

開催日	名 称	論文等応募締切日	参加締切日	開催地
	論文誌「"Applications and the Internet" in Conjunction with Main Topics of COMPSAC2019」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-V.html	10月25日（金）		
	デジタルプラクティス「ビッグデータ、IoT、AI：最新の事例と人材育成」特集論文募集 https://www.ipsj.or.jp/dp/cfp/dp1103s.html	11月5日（火）		
	2019年度情報処理技術研究開発賞候補者推薦募 https://www.ipsj.or.jp/topics/re-award_boshu2019.html	11月5日（火）		
	2019年度マイクロソフト情報学研究賞候補者推薦募集 https://www.ipsj.or.jp/topics/microsoft-award_boshu2019.html	11月5日（火）		
	論文誌「組込みシステム工学」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-Y.html	11月7日（木）		
	2019年度フェロー候補者推薦募集 https://www.ipsj.or.jp/topics/fellow_boshu2019.html	11月8日（金）		
	論文誌「離散と計算の幾何・グラフ・ゲーム」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-T.html	11月15日（金）		
	論文誌「実社会を支える暗号・セキュリティ・プライバシー技術」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-R.html	11月25日（月）		
	論文誌「ユビキタスコンピューティングシステム (IX)」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-Q.html	12月9日（月）		
10月21日（月）～ 10月24日（木）	コンピュータセキュリティシンポジウム 2019 (CSS2019) https://www.iwsec.org/css/2019/	8月1日（木）	9月28日（土）	ハウステンボス（長崎県佐世保ハウステンボス町1-1タワーシティ）
10月25日（金）	連続セミナー 2019 第4回「AIと歩む未来（3）：社会に広がるAIの現状と課題」 https://www.ipsj.or.jp/event/seminar/2019/program04.html		定員になり次第	日本大学理工学部／大阪大学中之島センター／東北大学電気通信研究所
10月25日（金）～ 10月26日（土）	第242回自然言語処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/nl242.html	9月25日（水）	当日のみ	奈良先端科学技術大学院大学
10月26日（土）	令和元年度（第70回）電気・情報関連学会中国支部連合大会 http://rentai-chugoku.org/	8月21日（水）		鳥取大学鳥取キャンパス
10月30日（水）～ 10月31日（木）	第126回プログラミング研究発表会 https://sigpro.ipsj.or.jp/pro2019-3/	8月30日（金）	当日のみ	国立情報学研究所（学術総合センター）
11月1日（金）～ 11月4日（月）	Asia Pacific Conference on Robot IoT System Development and Platform (APRIS) 2019 http://www.sigemb.jp/APRIS/2019/			Pattaya,Thailand
11月4日（月）～ 11月6日（水）	The 12th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2019) http://www.icmu.org/icmu2019/	5月24日（金）		Soaltee Hotel, Kathmandu, Nepal
11月7日（木）～ 11月8日（金）	第176回コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学・第23回デジタルコンテンツクリエーション・第219回コンピュータビジョンとイメージメディア合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/cg176dcc23cvim219.html	9月20日（金）	当日のみ	九州工業大学百周年中村記念館
11月8日（金）～ 11月10日（日）	ゲームプログラミングワークショップ 2019 (GPW-19) https://www.logos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/~tsuruoka/sig-gi/gpw/2019/	7月22日（月）	当日可	箱根セミナーハウス
11月11日（月）～ 11月13日（水）	第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2019) https://www.dpsws.org/2019/	7月19日（金）	10月4日（金）	登別温泉 登別万世閣
11月13日（水）～ 11月15日（金）	第189回システムとLSIの設計技術・第52回組込みシステム合同研究発表会（デザインガイア2019） https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/sldm189emb52.html	9月4日（水）	当日のみ	愛媛県男女共同参画センター
11月13日（水）～ 11月15日（金）	第230回システム・アーキテクチャ研究発表会（デザインガイア2019） https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/arc230.html	9月4日（水）	当日のみ	愛媛県男女共同参画センター
11月15日（金）	連続セミナー 2019 第5回「シミュレーションと人工知能」 https://www.ipsj.or.jp/event/seminar/2019/program05.html		定員になり次第	化学会館／大阪大学中之島センター／東北大学電気通信研究所
11月15日（金）～ 11月17日（日）	第152回コンピュータと教育・第29回教育学習支援情報システム合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/ce152cle29.html	9月23日（月）	当日のみ	広島大学 情報メディア教育研究センター
11月20日（水）～ 11月22日（金）	第93回モバイルコンピューティングとバーベイスシステム・第79回高度交通システムとスマートコミュニティ合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/mb193its79.html	9月27日（金）	当日のみ	11/20かんぼの宿大和平群11/21-22 奈良先端科学技術大学院大学研修ホール
11月23日（土）～ 11月24日（日）	第150回情報システムと社会環境研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/is150.html	9月23日（月）	当日のみ	名城大学
11月28日（木）～ 11月29日（金）	第175回アルゴリズム研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/al175.html	9月25日（水）	当日のみ	旧大連航路上屋
12月3日（火）～ 12月4日（水）	第87回コンピュータセキュリティ研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/csec87.html	10月4日（金）	当日のみ	沖縄県立美術館・博物館（おきみゅー）博物館講座室
12月4日（水）～ 12月5日（木）	第243回自然言語処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/nl243.html	10月16日（水）	当日のみ	NHK 放送技術研究所

開催日	名 称	論文等応募締切日	参加締切日	開催地
12月5日(木)～ 12月6日(金)	第107回オーディオビジュアル複合情報処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/avm107.html		当日のみ	アイーナ いわて県民情報交流センター
12月5日(木)～ 12月6日(金)	第12回 インターネットと運用技術シンポジウム (IOTS 2019) https://www.iot.ipsj.or.jp/symposium/iots2019/	9月17日(火)	11月28日(木)	沖縄産業支援センター (沖縄県那覇市)
12月5日(木)～ 12月6日(金)	第130回音声言語情報処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/slp130.html	10月11日(金)	当日のみ	NHK放送技術研究所
12月9日(月)	連続セミナー 2019 第6回「IT分野の研究開発動向を俯瞰する」 https://www.ipsj.or.jp/event/seminar/2019/program06.html		定員になり次第	国立研究開発法人科学技術振興機構/ 大阪大学中之島センター/ 東北大学電気通信研究所 大阪大学 吹田キャンパス
12月10日(火)～ 12月11日(水)	第31回コンピュータシステム・シンポジウム (ComSys2019) http://www.ipsj.or.jp/sig/os/index.php?draft-ComSys2019			淡路夢舞台国際会議場
12月10日(火)～ 12月11日(水)	第185回ヒューマンコンピュータインタラクション・ 第64回ユビキタスコンピューティングシステム合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hci185ubi64.html	10月18日(金)	当日のみ	早稲田大学 グリーンコンピューティング研究開発センター/早稲田大学 西早稲田キャンパス
12月12日(木)～ 12月13日(金)	第203回ソフトウェア工学研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/se203.html	10月24日(木)	当日のみ	奈良先端科学技術大学院大学
12月12日(木)～ 12月13日(金)	第54回エンタテインメントコンピューティング研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/ec54.html	10月30日(水)	当日のみ	機械振興会館6階 66会議室
12月13日(金)	短期集中セミナー 2019「JPEG/MPEG標準化の最新動向2019～2020年に向けた活動状況～」 http://www.ipsj.or.jp/event/s-seminar/2019/ITSCJ-JPEGMPEG/		定員になり次第	
12月13日(金)～ 12月14日(土)	第11回アクセシビリティ研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/aac11.html	10月25日(金)	当日のみ	早稲田大学 西早稲田キャンパス
12月14日(土)～ 12月15日(日)	人文科学とコンピュータシンポジウム「じんもんこん2019」 http://jinmoncom.jp/sympo2019/index.html	8月26日(月)	当日可	立命館大学 大阪いばらきキャンパス
12月18日(水)～ 12月19日(木)	第172回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hpc172.html	10月17日(木)	当日のみ	沖縄産業支援センター
12月26日(木)～ 12月27日(金)	第181回マルチメディア通信と分散処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/dps181.html	11月22日(金)	合宿形式につき参加申込要 詳細はWebページで 確認のこと	アクティブリゾーツ 宮城蔵王
2020年				
1月15日(水)～ 1月16日(木)	第186回ヒューマンコンピュータインタラクション研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hci186.html	11月15日(金)	当日のみ	大濱信泉記念館 (沖縄県石垣市)
1月15日(水)～ 1月17日(金)	International Conference on High Performance Computing in Asia Pacific Region (HPCAsia2020) http://sighpc.ipsj.or.jp/HPCAsia2020/			アクロス福岡
2月27日(木)～ 2月28日(金)	第108回オーディオビジュアル複合情報処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/avm108.html		当日のみ	沖縄セルラー電話 株式会社(予定)
3月2日(月)～ 3月3日(火)	第36回セキュリティ心理学とトラスト研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/spt36.html	1月16日(木)	当日のみ	沖縄県青年会館
3月5日(木)～ 3月7日(土)	情報処理学会 第82回全国大会 https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/82/			金沢工業大学 扇が丘キャンパス
3月9日(月)～ 3月11日(水)	インタラクション2020 https://www.interaction-ipsj.org/2020/	10月21日(月)	当日可	学術総合センター内 一橋講堂

Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/>) 更新情報

[トピックス]

- 9月15日 人材募集情報 (Vol.60 No.10)
- 9月15日 会誌「情報処理」Web カタログ (Vol.60 No.10)
- 8月15日 会誌「情報処理」Web カタログ (Vol.60 No.9)
- 8月9日 CITP (個人認証) 2019 年度第2回の申請案内と様式を掲載しました (～10月11日まで)
- 8月7日 論文誌「情報システム論文」特集 論文募集

人材募集 (有料会告)

申込方法: 任意の用紙に件名、申込者氏名、勤務先、職名、住所、電話番号および請求書に記載する「宛名」、Web掲載の有無などを記載し、掲載希望原稿（[募集職種、募集人員、(所属)、専門分野、(担当科目)、応募資格、着任時期、提出書類、応募締切、送付先、照会先]）を添えて下記の申込先へ、E-mail、Fax または郵送にてお申し込みください。

*都合により編集させていただく場合がありますので、ご了承ください。

申込期限: 毎月15日を締切日とし翌月号（15日発行）に掲載します。

掲載料金: 国公立教育機関、国公立研究機関 税抜 20,000円（税込 22,000円）

賛助会員（企業） 税抜 30,000円（税込 33,000円）

賛助会員以外の企業 税抜 50,000円（税込 55,000円）

*本誌へ掲載依頼いただいた場合に限り、追加料金 税抜 4,000円（税込 4,400円）で同一内容を本会 Web ページに掲載できます。

申込先: 情報処理学会 会誌編集部（有料会告係） E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax(03)3518-8375

*原稿受付の際には必ず原稿受領のお知らせを差し上げています。もし3日以内（土日祝日除く）に返信がない場合は念のため確認のご連絡をください。

*特に指定がないかぎり履歴書には写真を貼付のこと

■大阪工業大学（画像情報処理分野）

募集人員 講師/准教授または特任講師/特任准教授 1名
特任の場合は最長5年の有期雇用。ただし、採用後の教育・研究業績評価等により、再任または専任教員へ任用替えとなる可能性あり

専門分野 画像情報処理分野

担当科目 コンピュータグラフィックスI、テクニカルライティング、情報メディア演習I、コンピュータグラフィックス特論等

応募資格 (1) 画像情報処理分野において卓越した研究業績を持つこと。特にCGやVR等の画像生成技術に関する研究業績があることが望ましい。(2) コンピュータグラフィックス等の情報関連科目を担当可能なこと。(3) 大学院情報科学研究科博士前期課程の授業と研究指導補助を担当可能なこと。(4) 博士の学位を有すること

着任時期 2020年4月1日

提出書類 履歴書、業績書（いずれも本学所定様式）、主要論文別刷、レポート（1,000文字以内）等

応募締切 2019年10月18日（必着）

送付先/照会先 〒573-0196 大阪府枚方市北山1-79-1

大阪工業大学 情報科学部事務局

E-mail: OIT.ibu@josho.ac.jp Tel(072)866-5301（ダイヤルイン）

その他 詳細は本学 Web ページ (http://www.oit.ac.jp/japanese/saiyo/top_main.html) を確認のこと

等の分野に対して研究業績があることが望ましい。(2) 構造化文書処理やプログラミング演習等の情報関係科目を担当可能なこと。(3) 大学院情報科学研究科博士前期課程の授業と研究指導補助を担当可能なこと。(4) 博士の学位を有すること

着任時期 2020年4月1日

提出書類 履歴書、業績書（いずれも本学所定様式）、主要論文別刷、レポート（1,000文字以内）等

応募締切 2019年10月18日（必着）

送付先/照会先 〒573-0196 大阪府枚方市北山1-79-1

大阪工業大学 情報科学部事務局

E-mail: OIT.ibu@josho.ac.jp Tel(072)866-5301（ダイヤルイン）

その他 詳細は本学 Web ページ (http://www.oit.ac.jp/japanese/saiyo/top_main.html) を確認のこと

■群馬工業高等専門学校

募集人員 助教 1名（任期の定めなし。ただし、博士の学位取得見込みの場合は3年間の任期付採用。任期中に学位を取得した場合は任期を付さない教員）

所属（専門分野） 電子情報工学科（集積回路工学）

担当科目 電子情報工学科におけるハードウェア科目、プログラミング関連科目、工学実験および卒業研究指導ならびに専攻科生産システム工学実験等

応募資格 次のいずれにも該当する方

①博士の学位を有する方または3年以内に博士の学位を取得見込みの方、②教育・研究・学生指導および各校務に熱意をもって当たれる方、③科研費等、外部研究資金獲得に意欲のある方、④地域の産官学との共同研究や出前授業など地域貢献に熱意のある方、⑤民間企業等での実務経験がある方が望ましい

着任時期 2020年4月1日

応募締切 2019年10月31日（17:00 必着）

その他 【詳細】提出書類、書類の送付先、問合せ先など公募に関する詳細は下記の Web ページを参照のこと

<http://www.gunma-ct.ac.jp/gakko/13.htm>

■大阪工業大学（メディア情報処理分野）

募集人員 講師/准教授または特任講師/特任准教授 1名
特任の場合は最長5年の有期雇用。ただし、採用後の教育・研究業績評価等により、再任または専任教員へ任用替えとなる可能性あり

専門分野 メディア情報処理分野

担当科目 構造化文書処理、C 演習 I、Java 演習、知識ネットワーク特論等

応募資格 (1) メディア情報処理分野において卓越した研究業績を持つこと。特に機械学習、人工知能、Web インテリジェンス

■大同大学情報学部情報システム学科

募集人員 教授，准教授または講師 1名（常勤：任期なし，定年年齢65歳）

仕事内容 コンピュータシステム，情報ネットワークおよび情報処理の分野全般の授業科目（演習を含む）の担当と卒業研究，情報学系入門セミナーなどの指導

研究分野 コンピュータシステム，情報ネットワークおよび情報処理に関する情報工学分野，IoTに関連する分野が望ましい

応募資格 (1)博士の学位を有する方（着任以前の取得見込可），(2)大学院担当が可能な方，(3)学生指導に熱心な方，(4)教育重視型大学であることを理解し，幅広い専門分野の教育に熱意のある方，(5)大学運営，学科運営への協力を理解し，協調した活動ができる方，(6)名古屋またはその近郊に常住し得る方

着任時期 2020年4月1日

提出書類 次の書類を提出してください（書類は論文別刷を除きA4に揃える）。なお，応募書類は本選考以外の目的には使用せず，提出された書類は返却いたしません

(1)履歴書（学歴，職歴，資格，所属学会，社会的活動，表彰，教育関係での経験），(2)教育・研究業績リスト（[1]～[7]の項目に分けて記述）：[1]著書，[2]原著学術雑誌論文（査読の有無に分けて記述），[3]国際会議論文，[4]総説・解説，[5]参加プロジェクト，[6]特許，[7]その他に分類する ※[2]～[4]については発行年の新しいものから全著者名，題目，雑誌名，巻号，発行年，頁を記載し，応募者が責任著者（corresponding author）であるものには【責任著者】と付記すること，(3)主要論文別刷（5編程度・コピー可）：ただし，外国語論文には日本語の要旨（400字程度）を別途添付，(4)研究費導入実績（科学研究費補助金等），(5)教育および研究に対する抱負（A4用紙1枚で1,000字程度），(6)参考意見を同える方2名の氏名と連絡先（本学関係者を除く），(7)その他：最終選考対象者につきましては「健康診断書」を提出していただきます

応募締切 2019年11月8日（必着）

送付先 〒457-8530 愛知県名古屋市中南区滝春町10-3

大同大学 事務部長 児玉鉄男

Tel(052)612-6111 Fax(052)612-5623

封筒宛名面に「情報学部情報システム学科教員応募書類」と朱書の上，簡易書留または宅配便等，授受の確認ができる方法で送付してください

照会先 〒457-8530 愛知県名古屋市中南区滝春町10-3

情報学部 情報システム学科長・教授 上田浩次

E-mail: uedakoji@daido-it.ac.jp

Tel(052)612-6111 Fax(052)612-5623

その他 【選考内容】(1)第一次選考：書類審査，(2)最終選考：教育・研究に対する抱負についてプレゼンテーションと面接
なお，適任の候補者が得られない場合には最終選考を行いません

■高エネルギー加速器研究機構 計算科学センター

募集人員 准教授 1名（任期なし）

専門分野・仕事内容 共通基盤研究施設・計算科学センターに所属し，機構の将来計画を含む，計算科学センターにおける情報システムの設計，運用，維持および改善等において中核的な役割を果たす。また，計算科学センターが運用する計算機ネットワークシステムの開拓的研究に従事するとともに，機構が推進する加速器科学に関連する計算科学の研究を行う

応募資格 研究教育上の能力があると認められる方

着任時期 採用決定後早期

提出書類 履歴書，研究歴，発表論文リスト（和英別葉），着任後抱負，主要論文別刷（リンク可5編以内），推薦書または参考意見書

応募締切 2019年11月25日（正午必着）

送付先 当機構Webより提出（人事第一係（E-mail: jinji1@ml.post.kek.jp）要メール問合せ）

照会先 (1) 研究内容等：計算科学センター

真鍋 篤 E-mail: manabe@post.kek.jp

(2) 提出書類等：総務部人事労務課人事第一係（E-mail: jinji1@ml.post.kek.jp）

その他 Web ページ（<https://www.kek.jp/ja/Jobs/>）

詳細につき共通19-1（准教授）を必ず参照ください

当機構は男女共同参画を推進しています



◆◆ 有料会告について ◆◆

本会の主催・共催行事および協賛・後援記事の次第書（論文募集，参加案内等）の本誌掲載については，下記により有料にて取り扱っていますのでお知らせします。

記

■掲載条件

件名	内容	掲載単位	掲載料金（税抜）	
論文募集／ 参加者募集	国際会議、シンポジウム、ワークショップ、講演会、講習会などの論文募集・参加者募集	1 ページ、1/2 ページ または 1/4 ページ	(主催・共催)	
			1 ページ	50,000 円
			1/2 ページ	30,000 円
			1/4 ページ	20,000 円
			(協賛)	
			広告として取り扱う	
人材募集	国公立教育機関、国公立研究機関、 企業の人材募集	10 行程度	国公立教育機関、国公立研究機関	20,000 円
			賛助会員（企業）	30,000 円
			賛助会員以外の企業	50,000 円
＊本会誌へ掲載依頼いただいた場合に限り、追加料金 4,000 円で同一内容を本会 Web ページに掲載できます。				

■申込方法

任意の用紙に，件名，申込者氏名，勤務先，職名，住所，電話番号および請求書宛先，Web 掲載の有無（人材募集のみ）などを記載し，掲載希望原稿を添えて下記の申込先へお申し込みください。

■原稿の書き方

- 行事次第書： A4 変形判カメラレディまたは PDF ファイル（フォント埋め込み）とします。
(1 ページ) 天地 250mm × 左右 180mm
(1/2 ページ) 天地 120mm × 左右 180mm
(1/4 ページ) 天地 55mm × 左右 180mm
* A4 変形判以外の原稿は縮小または拡大となりますのでご注意ください。

- 人材募集： 次の項目を明記し，E-mail または Fax，郵送にてお送りください。
[募集職種，募集人員，(所属)，専門分野，(担当科目)，応募資格，着任時期，提出書類，応募締切，送付先，照会先]
* なお，都合により編集させていただく場合がありますので，ご了承ください。

■申込期限

毎月 15 日を締切日とし，翌月号（15 日発行）に掲載します。

■掲載料金

掲載号発行日に料金を請求いたしますので，3 カ月以内にお支払いください。

■掲載申込先

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門（有料会告係）
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
E-mail: editj@ipsj.or.jp Tel (03) 3518-8371 Fax (03) 3518-8375

● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.60 No.10 (Oct. 2019)

【特集：エージェント理論・技術とその応用】

- 特集「エージェント理論・技術とその応用」の編集にあたって
松原繁夫
- 車群経路計画のための空間構造特徴を用いた発見的解法
大滝啓介 他
- 最短経路探索問題のための動的計画法へのコスト平準化の指標の適用
松井俊浩 他
- 自己適応システムのための環境モデル実行時更新手法
田邊萌香 他
- 複利型強化学習を用いたポートフォリオ選択手法についての研究
島山 卓 他
- 競輪における予想記事生成のためのレース結果予測
吉田拓海 他
- 相乗りのための将来需要を考慮した経路最適化
大社綾乃 他
- 過去交渉情報を元に K-近傍法を用いた自動交渉エージェントの試作
奥原 俊 他
- 浸水シミュレーション予測による浸水徒歩避難の検討
廣川雄一 他
- 群集動力学的連結階層シミュレーション
西川憲明 他
- 人工市場を用いた分散投資規制が市場に与える影響分析～ファンダメンタル価格急落時と急騰時における比較～
丸山隼矢 他
- 経営意思決定表現モデルを用いたビジネスケースとエージェントモデルの意思決定過程の形式的記述
菊地剛正 他
- ROSCA 型相互扶助ゲームにおける協力進化を促すメカニズムの提案
矢澤直人 他
- Q 学習と役職推定に基づく人狼知能エージェントの作成
萩原 誠 他
- Linked Data を用いた俯瞰的な多肢選択式問題自動生成手法の提案
奥原史佳 他
- 代替従業員確保のためのメッセージングアプリを利用した効率的な依頼手法の開発
幡本昂平 他

【特集：ユビキタスコンピューティングシステム (VIII)】

- 特集「ユビキタスコンピューティングシステム (VIII)」の編集にあたって
大村 廉
- 共通の汎用マイコンを用いた静電容量及び反射時間計測による測定深度選択可能な水位計
繁田 亮 他
- 分類器の継続更新可能な分散認識センサネットワークのためのオートエンコーダによる通信方式*
小向航平 他
- CityInspector: 自治体の日常業務を拡張する車載カメラ型エッジ道路損傷点検システム
河野 慎 他
- 自動運転車両の普及過渡期における非優先道路から優先道路への進入待機時間の削減手法
古川義人 他
- ワンウェイカーシェアリング実現に向けた潜在的利用者による車両偏在問題の解決
千住琴音 他
- GANonymizer: 物体検出と敵対的生成を用いた映像匿名化手法
谷村朋樹 他
- 自動レイアウト変更可能なタイル型デジタルテーブルを用いたユーザのリーチ拡張に関する検討
工藤義礎 他
- クッション型インタフェースによる家電操作に向けたジェスチャ設計と認識
古居なおみ 他
- SenseSurface: アクティブ音響センシングによる物体識別と位置推定
岩瀬大輝 他

- HealthyStadium: 他者評価とゲーミフィケーションを用いた食習慣改善ソーシャルメディア
栄元優作 他

【一般論文】

- Web API の習得容易性と相互運用性、及び、その定量評価方法の提案と適用評価
山本里枝子 他
- 導電性インクの両面印刷を用いた電気刺激と静電吸着の複合触覚ディスプレイ
加藤邦拓 他
- アクティブリーディング中の柔軟なページ操作とコンテンツタッチを支援するタッチ操作体系
柴田博仁 他



*: 推薦論文 Recommended Paper

†: テクニカルノート Technical Note

● 論文誌トランザクション掲載論文リスト

(Oct. 2019)

【論文誌 教育とコンピュータ Vol.5 No.3】

- コンピュータの教育的利用からラーニングトランスフォーマーシオンへ
美馬のゆり
- 情報リテラシー教育に対する大学生の意識と実態—新入生情報リテラシー教育実態調査からの知見—
塩野康徳 他
- 情報システムにおけるデータベースの仕組みを学ぶ共通教科「情報」の授業の開発と評価
白井詩沙香 他
- 子供のプログラミング能力の獲得段階に関する定量的分析—小学校 4～6 年生の Scratch プログラミングを対象として—
太田 剛 他
- Trends and Outcomes of the Innovative Physical Learning Spaces: an International Comparative Approach
John Augeri 他
- 一般情報教育における人工知能を利用したスマートフォンアプリ開発演習
鈴木大助



【論文誌 データベース Vol.12 No.4】

- 履修支援のための Doc2Vec を用いた科目推薦システム
竹森汰智 他
- Context Style Explanation for Recommender Systems
Masahiro Sato 他
- マイクログログにおけるトピック出現量推移の高速な抽出
福山怜史 他
- 多変量データを SPJ 質問により統合する平行座標プロット型情報可視化システムと操作言語
濱崎裕太 他
- EV 消費エネルギーログデータベースにおける消費電力量推定の精度検証
齊藤祐亮 他
- Pub/Sub 環境における kNN データモニタリングの分散処理のためのクエリ割り当てアルゴリズム
鶴岡翔平 他
- An Effective Parameter-free Comparison of NGS Short Reads for Phylogeny Reconstruction
Phanuchep Chotnithi 他
- 文エンコーダによるクエリ指向要約モデルの強化
木村 輔 他
- Attitude Detection for One-Round Conversation: Jointly Extracting Target-Polarity Pairs
Zhaohao Zeng 他

■ Time Series Link Prediction using NMF Faith Mutinda 他



● デジタルプラクティス掲載論文リスト

Vol.10 No.4 (Nov. 2019)

【特集：働き方改革と IT】

■ 「働き方改革と IT」 特集号について

飯村結香子, 石黒剛大

【特集号招待論文】

■ テレワーク導入による Well-being の向上 一個人と組織の Well-being — 渋谷 恵 他

■ IoT センシングによるオフィス活用率測定の有効性評価—「働き方改革×オフィス改革」への適応事例— 高田芽衣 他

■ IBM がテクノロジーを通じて実現する社員視点の働き方改革 丸山文夫 他

■ 業務効率化のための社内業務システムの操作性改善と定量評価手法の考案 小川晃司

■ テレワークにおける IT 部門の取り組みと課題克服—仮想デスクトップの大規模展開を成功に導くためのコッー 中村元晃

■ <座談会>働き方改革と IT

吉田万貴子, 高田芽衣, 丸山文夫, 水品雪絵

司会 飯村結香子, 石黒剛大

【特集投稿論文】

■ 日本企業のグローバル化に必要な組織英語力に関する調査および効果的な強化施策の検討と実践 崎本真理 他

■ ウォーキングイベントを使った職場における歩行活動の推進

永田雅俊 他

【一般投稿論文】

■ データセンタ移転プロジェクトの実践から得られたプラクティスの報告 角田 仁

■ 旅の思い出を記録する観光ガイドブック生成／印刷システム「KadaPam / カダパン」の開発と小豆島における観光ガイドブックを用いた観光行動分析 國枝孝之 他



『特別解説』テーマ募集 !!

計算速度が1万倍に? 仮想通貨が暴落するの? 「特別解説」はそんな気になるニュースの学術的背景をタイムリーに分かりやすく解説し、好評をいただいています。読者の皆様からもテーマを募集しますので、情報処理の専門家に解説してほしいテーマをお寄せください。掲載は3カ月後くらいになりますので、ニュースは新鮮なうちに、思いついたらすぐお知らせください。



投稿先

情報処理学会 会誌編集部門 E-mail:editj@ipsj.or.jp

CONTENTS

Preface

- 1066 **Long Long Battle with Email**
Yoshihisa AONO (Cybozu, Inc.)

Special Features

Digital Type - The Present and the Future of Infrastructures for Textual Information Processing -

- 1068 **0. Foreword**
Keita USHIDA (Kogakuin Univ.)
- 1070 **1. UD Font - Typeface Brought by the Digital Age and Society -**
Akira MIZUNO (IWATA Corp.)
- 1076 **2. Web Font - Overcoming Disadvantages of Japanese Environment and Extending Technology of Writing -**
Hiroyuki SEKIGUCHI (SB Technology Corp.)
- 1084 **3. Font Engineer - The Background of Font Technology -**
Akio SAITO (Monotype K. K.)
- 1090 **4. Variable Font - Expanding the Expression of Future Digital Type Technologies -**
Masataka HATTORI (Adobe Inc.)
- 1096 **5. Improving Font Information Processing Infrastructure - Source Han Sans & Source Han Serif Development -**
Ken LUNDE (Adobe Inc.)
- 1104 **6. Open Source Fonts - M⁺ Fonts, Fonts Which Has Led Japanese Open Source Environment -**
Coji MORISHITA (M⁺ FONTS PROJECT) and Keita USHIDA (Kogakuin Univ.)

How to Pass the Paper Review

- 1110 **After Receiving the Notification of Acceptance or Rejection - What to Do for Results of Peer Reviews -**
Hiroyasu MATSUSHIMA (The Univ. of Tokyo)

"Peta-gogy" for Future

- 1115 **Mathematical and Data Science Education**
Hitoshi INOUE (Gunma Univ.)
- 1116 **Elementary School Programming Education Material Developed by High School Students**
Katsuhiko KURAHASHI (Kyoto Institute of Technology)

Let's Learn Informatics

- 1120 **Vizualization of a Process of Thinking in the Learning by the Efficient Use of a Tablet PC - Engaging in the Project to Construct ICT Education in Kyoto in Cooperation with Enterprises, Government and Schools -**
Yasuo KUBO (Kyoto Municipal Suzaku Junior High School)

Series : Pilgrimage to Vintage Computers / Trail Blazers' Recollections of 0's and 1's

- 1138 **Oral History : Interview with Iwao TODA**
Tsuneo URAKI (Tokyo Univ. of Technology), Hiroshi HATTA (OKI Consulting Solutions Co., Ltd.), Masahiro MAEJIMA (National Museum of Nature and Science), Toshio MATSUNAGA (Tokyo Univ. of Technology) and Akihiko YAMADA (Computer Systems and Media Lab.)

- 1109 **Gathering to Share Original Programming**
- 1127 **Shopping Boast**
- 1128 **Biblio Talk**
- 1130 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
- 1132 **Regular Column**
- 1134 **Conference Report**

読後のご意見をお送りください

本誌では、現在約 120 名の方々に毎号のモニタをお願いしておりますが、より多くの読者の皆さんからのご意見、ご提案をおうかがいし、誌面の充実に役立てていきたいと考えておりますので、毎号巻末に掲載しております所定の用紙または Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>) をお使いいただき、奮って事務局までお寄せください。

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門

〒 101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax:(03)3518-8371

ご意見をお寄せください！

【11月10日頃までにお出しく下さい】

宛 先 一般社団法人 情報処理学会 モニタ係（下記のいずれから送付できます）
<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html> Fax(03)3518-8375 E-mail: editj@ipsj.or.jp
 （E-mail で送信される場合は、10-1-a のようにコードでお答えください）
 ※ご意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いたします。
<https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html>

[コード]

(1) ご氏名

(2) ご所属 Tel. () -

(3) E-mail:

(4) 業種：(a) 企業（サービス業）(b) 企業（製造業）(c) 研究機関 (d) 教育機関（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
 (e) 学生 (f) 学生（ジュニア会員）(g) その他..... 4- []

(5) 職種：(a) 研究職 (b) 開発・設計 (c) システムエンジニア (d) 営業 (e) 本社管理業務
 (f) 会社経営・役員・管理職 (g) 教職員（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
 (h) 学生 (i) 学生（ジュニア会員）(j) その他..... 5- []

(6) 年齢：(a) 10代 (b) 20代 (c) 30代 (d) 40代 (e) 50代 (f) 60代以上..... 6- []

(7) 性別：(a) 男性 (b) 女性..... 7- []

(8-1) あなたはモニタですか？：(a) はい (b) いいえ..... 8-1- []

(8-2) あなたのご意見は「会員の広場」（会誌および Web）に掲載される場合があります。その場合：
 (a) 実名可（氏名のみ掲載）(b) 匿名希望 (c) 掲載を希望しない..... 8-2- []

(9) どちらの媒体で記事をお読みになりましたか？
 (a) 冊子版 (b) 情報学広場（電子図書館）(c) App Store (d) fujisan (e) その他..... 9- []

(10) 今月号（2019年11月号）の記事は良かったですか。下記の記事すべてについて評価をご回答ください。
 [a...大変良い b...良い c...普通、どちらとも言えない d...悪い e...読んでいない]

巻頭コラム：E-mail との長い長い戦い..... 10-1- []

特集：デジタルタイプ

0. 編集にあたって..... 10-2- []

1. UD フォント..... 10-3- []

2. Web フォント..... 10-4- []

3. フォントエンジニア..... 10-5- []

4. バリアブルフォント..... 10-6- []

5. 情報処理基盤としてのフォントの整備..... 10-7- []

6. オープンソースフォント..... 10-8- []

連載：集まれ！ジュニア会員！！..... 10-9- []

論文必勝法：採否判定結果が届いたら..... 10-10- []

べた語義：数値・データサイエンス教育..... 10-11- []

べた語義：高校生が開発した小学校プログラミング教育教材..... 10-12- []

情報の授業をしよう！：中学におけるタブレット端末を活用した、学習における思考プロセスの可視化..... 10-13- []

買い物自慢：ノイズキャンセリングヘッドホンで快適出張移動..... 10-14- []

ピピリオ・トーク：誰のためのデザイン？ 増補・改訂版..... 10-15- []

5分で分かる!? 有名論文ナメ読み：King, G., Pan, J. and Roberts, M. E.: Reverse-engineering Censorship in China: Randomized Experimentation and Participant Observation..... 10-16- []

リレーコラム：対談：「リレーコラム」をふりかえって..... 10-17- []

会議レポート：CVPR 2019 参加報告..... 10-18- []

古機巡礼/二進伝心：オーラルヒストリー：戸田 巖氏インタビュー..... 10-19- []

(11) 本号で最も良かった記事は何ですか？ 上記 [10] の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入）、その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。

(11-1) 良かった記事..... 11-1- []

(11-2) この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家..... 11-2- []

(11-3) 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可）..... 11-3- []

a) 技術・研究動向がよく分かった b) 知的興味をかきたてられた c) 新たな知識を得ることができた d) 内容が平易で理解しやすかった
 e) その他（具体的に下記にご記入ください）

〔12〕 本号で最も良くなかった記事は何ですか？ 上記〔10〕の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入），その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。

- 〔12-1〕 良くなかった記事 12-1- []
 〔12-2〕 この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家 12-2- []
 〔12-3〕 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可） 12-3- []
 a) 記事の内容に誤りがあった b) ありきたりの内容だった c) 記事が難しすぎた d) 何を言いたいのか分からなかった e) 宣伝の意図が強すぎる
 f) テーマに興味を持てなかった g) その他（下記に具体的に記入ください）

〔13〕 今月の特集に対する貴方の立場を教えてください。

- 〔13-1〕 デジタルタイプ：a) 専門家 b) 非専門家 13-1- []

〔14〕 設問〔10〕で読んでいないと答えた記事について，その理由を教えてください。

〔15〕 会誌のオンライン版ができたらどのような記事を読みたいか，どのようなコンテンツが期待できるか，などご意見がございましたら教えてください。

〔16〕 会誌に対するご意見や感想，著者への質問，巻頭コラムに登場してほしい人物，今後取り上げてほしいテーマなどありましたらご記入ください。（スペースが足りない場合はお手数ですが別紙を追加してください）

■ 各種問合せ先 ■

一般社団法人 情報処理学会（本部） ※支部所在地等詳細はリンクされている各支部ページでご参照ください。

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F Fax(03)3518-8375 <https://www.ipsj.or.jp/>

担 当		E-mail	Tel(ダイヤルイン)	取り扱い内容
■ 会員サービス部門				
会 員	mem@ipsj.or.jp	03-3518-8370	入会，会費，変更連絡，退会，在会証明，会員証，会誌配布，会員特典，会費等口座振替，海外からの送金，賛助会員，電子図書館	
■ 会誌編集部門				
会誌編集	editj@ipsj.or.jp	03-3518-8371	会誌「情報処理」の掲載内容，広告掲載，出版，コンピュータ博物館（情報処理技術遺産）	
著作権	copyright@ipsj.or.jp		転載許可，著作権	
デジタルプラクティス	editdp@ipsj.or.jp		デジタルプラクティス（DP）の編集・査読，DP レポート	
図 書	tosho@ipsj.or.jp	03-3518-8374	出版物購入	
■ 研究部門				
論文誌	editt@ipsj.or.jp	03-3518-8372	論文誌（ジャーナル／JIP／トランザクション）の編集・査読	
調査研究／国際／教育	sig@ipsj.or.jp		研究会登録，研究発表会，研究グループ，シンポジウム，国際会議，IFIP 委員会，情報処理教育委員会，アクレディテーション対応	
■ 事業部門				
事 業	jigyo@ipsj.or.jp	03-3518-8373	全国大会，FIT，プログラミングコンテスト，プログラミング・シンポジウム，協賛・後援	
技術応用	event@ipsj.or.jp		連続セミナー，短期セミナー，IT フォーラム，ソフトウェアジャパン，その他講習会	
認定情報技術者制度	ipsj.citp@ipsj.or.jp		認定情報技術者制度	
■ 管理部門				
総務／庶務	soumu@ipsj.or.jp	03-3518-8374	総会・理事会，支部，選挙，総務系選奨，関連団体，アドバイザーボード	
経 理	keiri@ipsj.or.jp		出納，送金連絡	
システム企画	sys@ipsj.or.jp		システム企画，セキュリティ，電子化委員会，電子図書館，IPSJ メールニュース	
■ 情報規格調査会				
規格部門	問合せフォーム https://www.itscj.ipsj.or.jp/contact/index.html		ISO/IEC JTC 1での情報技術の標準化業務 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館308-3 Tel (03)3431-2808 Fax (03)3431-6493 https://www.itscj.ipsj.or.jp/	

◆◆「情報処理学会」 入会のご案内 ◆◆

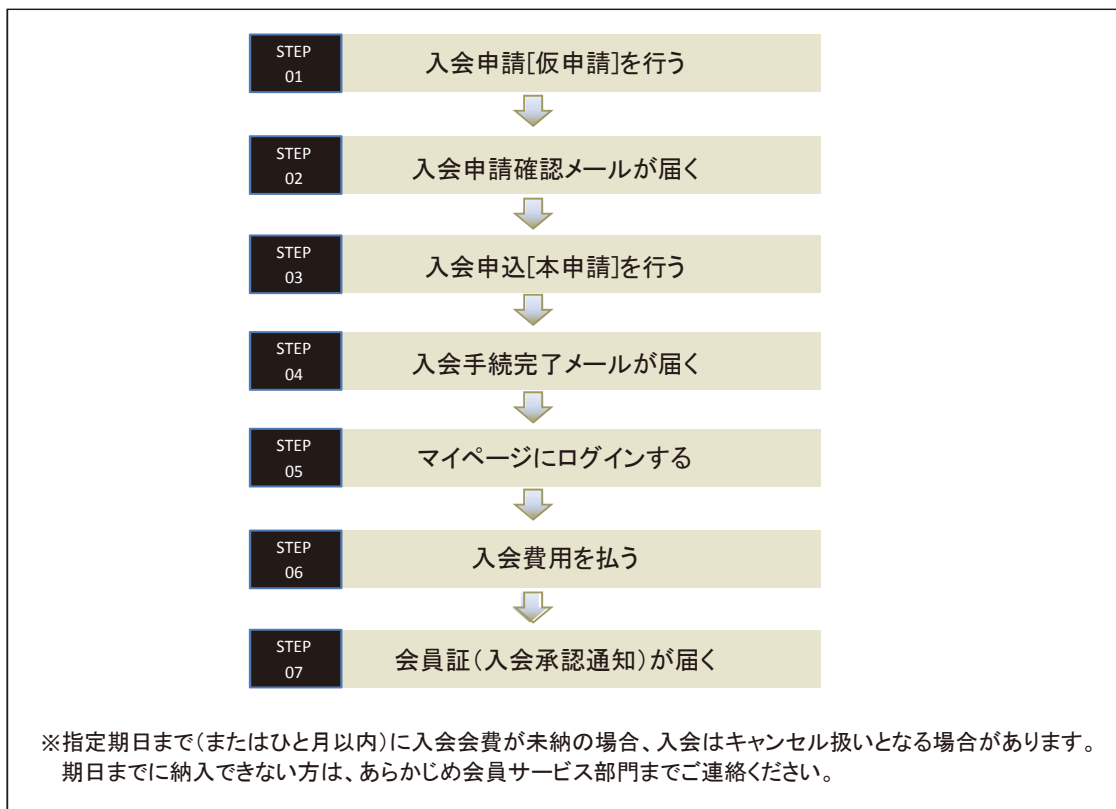
■ 入会方法

個人会員はこちら ⇒ https://www.ipsj.or.jp/nyukai_kojin.html

賛助会員はこちら ⇒ https://www.ipsj.or.jp/nyukai_sanjo.html

■ 個人会員の入会手順

いただいた個人情報は、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いいたします。
<https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html>



■ 2019年度会費等の金額

	入会金*1 (消費税対象外)	年会費*2 (消費税対象外)
正会員	2,000円	10,800円
学生会員	---	4,800円
賛助会員	---	1口 50,000円

【2019年度の期間:2019年4月1日～2020年3月31日】

*1:正会員の入会金免除の方法は、入会申込[本申請]の画面に記載しています。

*2:表示の会費は2019年度額です。入会月によらず、年度額を請求します。会費の翌年度への繰越はありません。

入会後にオプションで次のものがマイページから申込できます。掲載論文は電子図書館での閲覧となります。

・論文誌ジャーナル ・総合デジタルライブラリ ・研究会登録

■ 入会申込先

一般社団法人 情報処理学会 会員サービス部門
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F
Tel(03)3518-8370 Fax(03)3518-8375 mem@ipsj.or.jp
<https://www.ipsj.or.jp/>

振込口座 名義人 一般社団法人 情報処理学会
郵便振替 00150-4-83484
みずほ銀行 虎ノ門支店 (普) 1013945
三菱UFJ銀行 本店 (普) 7636858

ご寄付のお願い

情報処理学会は、情報処理に関する学術および技術の振興をはかることにより、学術、文化ならびに産業の発展に寄与することを目的に各種事業を戦略的に展開しております。今回、学会活動の更なる活性化を図る上で会員の皆様からご寄付を頂戴いたしたく、お願いを申し上げます。

皆様から頂きますご寄付は

情報技術を通じて、人類及び世界の発展に資するため

情報技術を中心に学術および技術の振興に資するため

将来を担う人材の育成に資するため

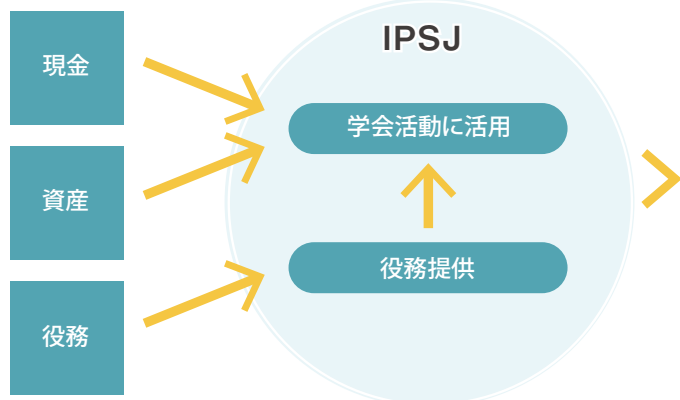
などの観点に照らし、下記の項目に活用させて頂く所存です。

今回ご寄付をお願いしたいのは現金に加えて、情報技術に関わる有形無形の資産（著作物、電子的コンテンツ、特許、ソフトウェア等）、ボランティアで提供いただける役務提供（経験や知識に基づく役務）なども含みます。お預かりいたしましたご寄付のうち用途のご指定のあるものは、そのご意向に沿った活用をさせて頂き、ご指定のないものは、その用途を学会活動の活性化に有効な諸事業で活用させて頂きます。今後も会員の皆様の絶大なるご支援・ご協力を頂きながら、学会発展のために努力して参る所存でありますので、何卒よろしくお願い申し上げます。

* ご注意 情報処理学会は寄付金に対する税金が優遇される特定公益増進法人ではございません。

IPSJ 寄付

会員他寄付



活用先

教育・育成

情報入試 子ども教室 パソコン教室

社会貢献

表彰

国際活動

規格標準化

情報資産保存

学会諸事業

その他



詳しくはこちら

<https://www.ipsj.or.jp/annai/other/donation.html>

お問合せ

一般社団法人 情報処理学会 管理部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

TEL 03-3518-8374 FAX 03-3518-8375

✉ soumu@ipsj.or.jp

書評（ビブリオ・トーク）・会議レポート募集のお知らせ

情報処理学会会誌編集委員会では、会誌「情報処理」に掲載する書評、および会議レポートを広く会員の皆さまから募集しています。

1. 募集対象 次の2種類の記事について、原稿を募集します。書評に関しては、「ビブリオ・トーク—書評—」、「ビブリオ・トーク—私のオススメ—」の2つのカテゴリを設けます。
 - a-1) ビブリオ・トーク—書評—：過去2年間に出版された、本会会員にとって有益な図書についての紹介もしくは批評。
 - a-2) ビブリオ・トーク—私のオススメ—：お気に入りの本の紹介。
 - b) 会議レポート：情報処理に関する国際規模の会議・大会の報告など、時事性が高く、本会会員に広く知らせる価値のある話題。
2. 応募資格
原則として本会会員に限ります。
3. 応募の手続き
 - 1) 表 題：ビブリオ・トークの場合は、書評もしくは私のオススメの投稿カテゴリ、著者名、書名、ページ数、発行所、発行年、価格、ISBNを書く。会議レポートは、見出しを書く。書評、会議レポートの別を左肩に書く。
 - 2) 評者名（会議レポートの場合は筆者名）・所属・評者連絡先（住所、E-mail、Fax など）の記載を忘れずに。
 - 3) 本 文：ビブリオ・トークは1,500字以内または3,000字以内（1または2ページ）。会議レポートは2,100字前後で書く。
 - 4) そ の 他：（必要であれば）参考文献、付録、図、表をつける。詳しくは「原稿執筆のご案内／書評・会議レポート」（<https://www.ipsj.or.jp/magazine/sippitsu/shohyonews.html>）を参照してください。
4. 原稿の取扱い
投稿された原稿は会誌編集委員会で審査し、採否を決定します。採用にあたっては原稿の修正をお願いすることがあります。あらかじめご了承ください。
5. 照会／応募先 一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp



IPSJ メールニュースへ広告を出しませんか？

広告をIPSJ メールニュースで配信しています。本会会員が主な読者なので、ターゲットを絞った広告に最適です。

- 配 信 数：約 29,000 通（原則毎週月曜日配信）
- 読 者 層：本会会員および非会員
- 形 式：テキストのみ。等幅半角 70 字×5 行。URL を入れてください。
- 掲載位置：ヘッダ（目次の上）
フッタ（本文の最下行）
- 掲 載 料：ヘッダ：1 回 50,000 円（税抜）※3 社限定
フッタ：1 回 20,000 円（税抜）
※それぞれ行数超過については別途相談
- 申 込 先：[広告代理店]
アドコム・メディア（株）E-mail: sales@adcom-media.co.jp
〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27 Tel(03)3367-0571 Fax(03)3368-1519
または、情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp Tel(03)3518-8371
- 申込締切：毎週水曜日締切、翌週月曜日配信となります。
- 見 本：
— [広告] —
■■■■ ○○セミナー ■■■■
開催日時：1 月 10 日（火）・11 日（水）・12 日（木）13：00～17：00
会場：○○コンベンションセンター
会費：情報処理学会会員の方には割引があります。
詳細はこちらをご覧ください：<http://www.....com/>
— [広告] —



「情報処理」 カタログ同封サービスの ご案内



カタログ同封
サービスとは？

毎月会員に配布している学会誌に貴社／貴校のカタログや広告を同封し、直接読者にお届けするサービスです。
通常のDMと異なり学会誌に同封しますので、**読者の開封率は格段に上がります。**
また、カタログ送付にかかる**コストを最小に抑えることができ、なおかつ情報処理を専門とする読者にターゲットを絞った効果的な案内を出すことが可能**となります。

お申し込み方法と掲載までの手続き

- ①封入希望月の前月 15 日までに下記事項を記載の上、問合せ先までお申し込みください。
 - ◆会社名、担当者、連絡先（住所、Tel、Fax、E-mail） ◆封入希望号
 - ◆サイズ ◆カタログの簡単な内容説明
 - ◆割引対象にあたる場合はその旨記載ください。
- ②封入希望月の遅くとも前月末日までに下記事項について手配をお願いします。
 - ◆カタログ見本を問合せ先までお送りください（PDF、Fax 可）。
 - ◆納品業者をお知らせください。
- ③納品日は封入希望月の 5 日（土曜、日曜、祝日の場合は翌営業日）です。日付指定にて必要枚数（20,000 枚）を印刷し指定の納品先へお送りください。
 - ※納品先は、お申し込み後にご連絡いたします。
 - ※納品が遅れますと同封ができない場合がございます。その場合はキャンセルとさせていただきます。
- ④カタログを同封した学会誌を発行日にお送りしますので、ご確認ください。
- ⑤後日請求書をお送りしますので振込手続きをお願いします。

1 通あたり
約17.5 円！

基本価格 350,000 円
(税抜)

対象：全会員 20,000 通 配布
(正会員 / 名誉会員 / 学生会員 / 賛助会員)

大学や
共催事業は
さらに割引も！

大学 / 研究所 / 賛助会員または情報処理学会主催・共催事業は、下記のとおり割引料金が適用されます。

大学 / 研究所 / 賛助会員
(基本価格の 40% Off !)

210,000 円
(税抜)

情報処理学会主催・共催事業*
(基本価格の 80% Off !)

70,000 円
(税抜)

* 情報処理学会研究会主催、共催を含む

サイズ：A4 変形判または A4 判二つ折り（その他についてはご相談ください）
用紙：色上質厚口（四六判 80kg）またはコート紙（四六判 90kg）相当



問合せ先

〔広告代理店〕 アドコム・メディア (株) E-mail: sales@adcom-media.co.jp
〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27
Tel.(03)3367-0571 Fax.(03)3368-1519

一般社団法人情報処理学会 会誌編集部 E-mail: editj@ipsj.or.jp
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
Tel.(03)3518-8371 Fax.(03)3518-8375

デジタルタイプ（フォント）の話題を目にすることが増えてきました。本・雑誌・新聞、テレビ、Webなどのメディアでもたびたび扱われるようになりました。2017年には、4月10日が「フォントの日」とされています。書体に関心を持ってもらおうとする動きがあり、関心を持つ人が増えています。デジタルタイプの発展によりその表現の豊かさが醸成され、それがアピールされる、気づかれる時代になったということなのでしょう。

メディアで扱われるデジタルタイプの話題は、文字のデザインについてのものが多いと思います。今号の特集はそれらとは趣を異にし、技術的な話題、文字情報処理基盤の観点からの話題などから構成しました。今や各社から発売されているUDフォントは、利用者が書体についての要望をあげることから誕生しました。Webのタイポグラフィは、表現力を高めようとしています。文字をデザインする人だけでなく、フォントを技

術的に支える人がいます。柔軟で表現力の高いデジタルタイプ技術が身近にやってきます。日中韓のフォント事情は壮大なプロジェクトで一挙に改善しました。グラフィックデザイナーの憧れから生まれた書体が、日本語文字情報処理環境を支えました。（特集で紹介したのは一部ではありますが）そういったことが、現在の文字情報の処理・表現の基盤を作り、未来を導こうとしています。

コンピュータでの文字表現は、普段は、当たり前で自然で「透明な」ものとして気にとめられない、それでよいのでしょう。一方で、注目する術を持って見れば、そこにデザインを見つけ、技術を見つけます。本特集の記事が、読者のみなさんに、コンピュータでの文字表現の主要な要素であるデジタルタイプを「見つめる」視点をもたらし、あるいは利用者として文字で表現する際の素養としてお役に立つことを、期待しています。（牛田啓太／本特集エディタ）

次号（12月号）予定目次

編集の都合により変更になる場合がありますのでご了承ください。

「特集」『京』の後の時代を支えるスパコン

日本のスーパーコンピュータの現在の状況と今後／次期フラッグシップスーパーコンピュータの概要—スーパーコンピュータ「富岳」／ABCI：世界初の大規模オープンAIインフラストラクチャ／メニーコアアーキテクチャに基づくスーパーコンピュータ／多数のXeonプロセッサを用いるスパコン／いまどきのベクトル型スパコン—高性能ベクトルコアと高バンド幅メモリで高い実行効率を追求—

特別解説：AWS東京リージョン障害の波紋—クラウド時代の安定運用の課題— …………… 柏崎礼生

解説：「京」を中核とするHPCI利用研究成果の普及状況—利用報告書のダウンロード分析— …………… 木村晴行 他
CS領域奨励賞を受賞したジュニア会員との日々—広島で生えてきた元気印のご紹介— …………… 川端英之

教育コーナー：ぺた語義

連載：IT紀行／5分で分かる!?有名論文ナメ読み／集まれ!ジュニア会員!!／買い物自慢／情報の授業をしよう!／ビブリオ・トーク／論文必勝法

コラム：巻頭コラム

会議レポート：マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOM2019）シンポジウム参加報告

複写される方へ

一般社団法人情報処理学会では複写複製および転載複製に係る著作権を学術著作権協会に委託しています。当該利用をご希望の方は、学術著作権協会（<https://www.jaacc.org/>）が提供している複製利用許諾システムもしくは転載許諾システムを通じて申請ください。

尚、本会会員（賛助会員含む）および著者が転載利用の申請をされる場合には、学術目的利用に限り、無償で転載利用いただくことが可能です。ただし、利用の際には予め申請いただくようお願い致します。

権利委託先：一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル
E-mail: info@jaacc.jp Tel (03)3475-5618 Fax (03)3475-5619

また、アメリカ合衆国において本書を複写したい場合は、次の団体に連絡してください。
Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600

Notice for Photocopying

Information Processing Society of Japan authorized Japan Academic Association For Copyright Clearance (JACC) to license our reproduction rights and reuse rights of copyrighted works. If you wish to obtain permissions of these rights in the countries or regions outside Japan, please refer to the homepage of JACC (<http://www.jaacc.org/en/>) and confirm appropriate organizations.

You may reuse a content for non-commercial use for free, however please contact us directly to obtain the permission for the reuse content in advance.

<All users except those in USA>

Japan Academic Association for Copyright Clearance, Inc. (JAACC)
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan
E-mail: info@jaacc.jp
Phone: 81-3-3475-5618 Fax: 81-3-3475-5619

<Users in USA>

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600

広告のお申込み

■広告料金表

掲載場所	4 色	1 色
表 2	330,000 円 (税抜)	—
表 3	275,000 円 (税抜)	—
表 4	385,000 円 (税抜)	—
表 2 対向	300,000 円 (税抜)	—
表 3 対向	265,000 円 (税抜)	155,000 円 (税抜)
前付 1 頁	250,000 円 (税抜)	135,000 円 (税抜)
前付 1/2 頁	—	80,000 円 (税抜)
前付最終	—	148,000 円 (税抜)
目次前	—	148,000 円 (税抜)
差込 (A4 変形判 70.5kg 未満 1 枚)	275,000 円 (税抜)	
差込 (A4 変形判 70.5kg ～ 86.5kg 1 枚)	350,000 円 (税抜)	
同封 (A4 変形判 1 枚)	350,000 円 (税抜)	

■「情報処理」

発 行 一般社団法人 情報処理学会
 発行部数 20,000 部
 体 裁 A4 変形判
 発 行 日 毎当月 15 日
 申込締切 前月 10 日
 原稿締切 前月 20 日
 広告原稿 完全版下データ
 原稿寸法 1 頁 天地 250mm × 左右 180mm
 1/2 頁 天地 120mm × 左右 180mm
 雑誌寸法 天地 280mm × 左右 210mm

■問合せ・お申込み先

〒 169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27
 アドコム・メディア (株) (Tel/Fax/E-mail は下に記載)

* 原稿制作が必要な場合には別途実費申し受けます。
 * 同封のサイズ・割引の詳細についてはお問合せください。

掲載広告の資料請求

掲載広告の詳しい資料をご希望の方は、ご希望の会社名にチェック ☐ を入れ、送付希望先をご記入の上、Fax にて（または E-mail にて必要事項を記入の上）アドコム・メディア (株) 宛にご請求ください。

■「情報処理」 60 巻 11 号 掲載広告 (五十音順)

- ☐ インタフェース 表 2 ☐ サイエンス社 表 2 対向
☐ オーム社 前付最終
☐ すべての会社を希望

■資料送付先

フリガナ お 名 前			
勤 務 先	所属部署		
所 在 地	(〒 -)		
	TEL () - FAX () -		
ご専門の分野			



お問合せ・お申込み・資料請求は

広告総代理店 **アドコム・メディア (株)**

Tel.03-3367-0571 Fax.03-3368-1519 E-mail: sales@adcom-media.co.jp

賛助会員のご紹介

本会をご支援いただいております賛助会員をご紹介します。
Web サイト (<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/sanjo.html>) 「賛助会員一覧」のページからも
各社へリンクサービスを行っておりますので、ぜひご覧ください。

照会先 情報処理学会 会員サービス部門 E-mail: mem@ipsj.or.jp Tel.(03)3518-8370

●●● 賛助会員 (20 ~ 50口)

HITACHI
Inspire the Next

(株) 日立製作所

FUJITSU

富士通 (株)

Orchestrating a brighter world
NEC

日本電気 (株)

**MITSUBISHI
ELECTRIC**
Changes for the Better

三菱電機 (株)

CyberAgent.

(株) サイバーエージェント

IBM

日本アイ・ビー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)

RECRUIT

(株) リクルート

Google

グーグル合同会社

docomo

(株) NTT ドコモ

TOSHIBA

(株) 東芝

NTT

日本電信電話 (株)

Microsoft

日本マイクロソフト (株)

FORUM 8
フォーラムエイト

(株) フォーラムエイト

●●● 賛助会員 (3 ~ 9口)

TIC
Telecommunication
Technology
Committee

(一社) 情報通信技術委員会

NTT DATA

(株) NTT データ

GREE

グリー (株)

**Rakuten
Institute of Technology**

楽天技術研究所

IA japan

(一財) インターネット協会

ISA

情報サービス産業協会

**TREND
MICRO**

トレンドマイクロ (株)

NTTコムウェア

NTT コムウェア (株)

NTTテクノクロス

NTT テクノクロス (株)

uejima

(株) うえじま企画

OKI

沖電気工業 (株)

Canon
キヤノンマーケティングジャパン株式会社
キヤノンマーケティングジャパン (株)

**CMS CORE MICRO
SYSTEMS INC.**

コアマイクロシステムズ (株)

SANBI

三美印刷 (株)

SEPTENI

(株) セブテーニ

SONY

ソニー (株)

**team
Lab**

チームラボ (株)

**TECHNOPRO
Design**

(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社

Panasonic

パナソニック (株)

MIZUHO みずほ情報総研

みずほ情報総研 (株)

人と音楽の新しい関係をデザインする。
レコチョク

(株) レコチョク

IT研究者のひらめき本棚

ビブリオ・トーク：私のオススメ

2017年9月発売 定価 1,980円(本体1,800円+税)

編：情報処理学会 会誌編集委員会

判型 A5変 152頁 ISBN 978-4-7649-0548-1 C3004

月刊『情報処理』の人気連載をまとめた本がついに登場！



情報処理学会誌『情報処理』で好評連載中の「ビブリオ・トーク -私のオススメ-」がついに一冊の書籍に！

この連載でIT研究者の方々が紹介した、デマルコやカーニハン、ヘネシー&パターンソン、更にはアシモフやホーガン、伊藤和典、というバラエティに富んだラインナップを40本収録。

序文は、第一回担当である人工知能研究者・中島秀之。

さらに帯に、メディアアーティスト・落合陽一の推薦文をいただき、IT研究者を目指す学生にもオススメの一冊！

■紹介書籍(一部)

- | | | |
|--|---------------------------------|--|
| ◇ ハッカーと画家 | ◇ 機動警察パトレイバー風速40メートル | ◇ ぼくの命は言葉とともにある(9歳で失明18歳で聴力も失ったぼくが東大教授となり、考えてきたこと) |
| ◇ プログラム書法(第2版) | ◇ ピープルウェア 第3版 | ◇ 部分と全体 私の生涯の偉大な出会いと対話 |
| ◇ Computer Networks 5th Edition | ◇ Computer Lib /Dream Machines | ◇ 夜明けのロボット(上)(下) |
| ◇ デジタル作法 | ◇ 未来の二つの顔 | ◇ ポスト・ヒューマン誕生 |
| ◇ 珠玉のプログラミング | ◇ 生体用センサと計測装置(ME教科書シリーズ) | ◇ 理科系の作文技術 |
| ◇ Computer Architecture, 5th Edition A Quantitative Approach | ◇ Cooking for Geeks—料理の科学と実践レシピ | ◇ 現代倫理学入門 |
| ◇ Operating Systems Design and Implementation (3rd Edition) | ◇ ハッカーのたのしみ | を含む40銘柄を紹介。 |

※ご注文は、お近くの書店様へ

□ お問い合わせ先

〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-7-15

株式会社近代科学社 営業部 TEL 03-3260-6161 / FAX 03-3260-6059

sales-corporate@kindaikagaku.co.jp <http://www.kindaikagaku.co.jp>

連続セミナー 2019



連続セミナー 2019 検索

データ駆動で新時代を切り拓く

平成から令和に元号が変わり、東京オリンピック・パラリンピックを来年に控える今、新時代が始まる節目の年を迎えています。このような中、AIをはじめとするデータ駆動型の技術が進展し、実課題に適用されることで、社会のあり方が大きく変わりつつあります。今年の連続セミナーでは、このようなデータ駆動に基づく技術を幅広く取り上げ、第一線の講演者がその技術の詳細から利活用の実際までを語ります。計6回のセミナーを通じ、企業のITエンジニアや研究者が新時代のビジネスを切り拓くための方向性を示唆できるよう企画しました。

第1回 6.26

終了しました

AIと歩む未来(1)
自然言語処理の最新動向

コーディネータ:

関根聡

理化学研究所 革新知能統合研究センター (AIP)

第2回 7.3

終了しました

トラスト時代における
セキュリティ技術

コーディネータ:

今岡仁

NEC

第3回 9.

終了しました

AIと歩む未来(2)
画像・映像処理の最前線

コーディネータ:

篠田 浩一

国立大学法人東京工業大学

第4回 10.25 (金)

AIと歩む未来(3)
社会に広がるAIの現状と課題

コーディネータ:

浦本 直彦

株式会社三菱ケミカルホールディングス

第5回 11.15 (金)

シミュレーションと
人工知能

コーディネータ:

野田 五十樹

国立研究開発法人産業技術総合研究所

第6回 12.9 (月)

IT分野の研究開発動向を
俯瞰する

コーディネータ:

木村 康則

国立研究開発法人科学技術振興機構

参加費

※本会場と通隔会場は、参加費が異なります。

参加区分	6枚	3枚	1枚	当日申込
正会員	86,400円	64,800円	30,240円	33,000円
一般非会員	108,000円	81,000円	37,800円	40,000円
学 生	12,960円	9,720円	4,400円	6,000円

※正会員の参加費適用は、情報処理(個人・賛助会員)、電子情報、電気、照明、映像情報の各学会個人会員および賛助企業所属の方。

通隔会場 (関西・東北) 参加費

参加区分	6枚	3枚	1枚	当日申込
正会員	60,500円	45,400円	20,300円	21,000円
一般非会員	75,600円	56,700円	25,300円	26,000円
学 生	9,100円	6,900円	3,100円	4,000円

参加はチケット制!!

6枚一括購入が
断然おトク!
興味がある回を
絞って3枚or1枚
からの参加もO.K.

* スポンサー募集 *

今年度より連続セミナー 2019
ではスポンサーを募集しております。

全体スポンサー (全6回対象)

費用: 216,000円 (税込)

特典1: 聴講無料招待券 (1口につき6枚)

特典2: Web ページへのロゴの表示 (サイズ大)、御社 Web ページへのリンク

特典3: セミナー会場「ご自由にお取り下さい」コーナーへの資料・パンフレット等の陳列

ドリンクスポンサー (各回1社まで)

費用: 32,400円/回 (税込)

特典1: ドリンクスペースにおけるロゴの表示

特典2: セミナー会場「ご自由にお取り下さい」コーナーへの資料・パンフレット等の陳列

問合せ先 一般社団法人情報処理学会 事業部門 event@ipsj.or.jp Tel.03-3518-8373 https://www.ipsj.or.jp/event/seminar/2019/

協賛: 一般社団法人照明学会、一般社団法人映像情報メディア学会、一般社団法人電気学会、一般社団法人情報サービス産業協会、一般社団法人電子情報通信学会、
一般社団法人電子情報技術産業協会、一般社団法人人工知能学会、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム、一般社団法人情報通信技術委員会、
新世代 M2M コンソーシアム、一般社団法人インターネット協会
後援: 理化学研究所、特定非営利活動法人 IT コーディネータ協会

