

平成23年度科学研究費補助金（特別推進研究）自己評価書 〔追跡評価〕

◆記入に当たっては、「平成23年度科学研究費補助金（特別推進研究）自己評価書等記入要領」を参照してください。

平成23年5月25日現在

研究代表者 氏名	坂村 健	所属研究機関・ 部局・職	東京大学・大学院情報学環・教授
研究課題名	トロンによる多漢字利用システムの構築		
課題番号	14002002		
研究組織 (研究期間終了時)	研究代表者 坂村 健（東京大学・大学院情報学環・教授） 研究分担者 尾崎 文昭（東京大学・東洋文化研究所・教授） 平勢 隆郎（東京大学・東洋文化研究所・教授） 大木 康（東京大学・東洋文化研究所・教授） 越塚 登（東京大学・情報基盤センター・助教授） 鵜坂 智則（東京大学・総合研究博物館・助手）		

【補助金交付額】

年度	直接経費
平成14年度	214,000 千円
平成15年度	133,000 千円
平成16年度	114,000 千円
平成17年度	11,000 千円
総計	472,000 千円

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか

特別推進研究によってなされた研究が、どのように発展しているか、次の(1)～(4)の項目ごとに具体的かつ明確に記述してください。

(1) 研究の概要

(研究期間終了後における研究の実施状況及び研究の発展過程がわかるような具体的内容を記述してください。)

■ トロン多漢字フォント

本研究では、最も大きな工学的課題として、「トロン多漢字フォント」(Tフォント、約38万文字)を開発した。研究が終了した平成18年3月より、38万文字中における、文字デザインの不備や文字の重複などのチェックを綿密に実施し、発見された不備は重複に対しては、修正を施すといった作業を実施した。これは、Tフォントを実用的に利用できるようにするために不可欠の作業であり、21世紀COEや寄附講座、大学独自研究費、民間企業との共同研究などの経費を活用して、研究終了後継続的に実施した。

現在まで完了したチェック作業結果を反映した改善版Tフォントは、第一弾として23万文字分の公開を2011年2月より以下のURLのウェブページより開始した。

Tフォントプロジェクトページ：

<http://charcenter.t-engine.org/tfont/index.html>



また本研究の成果であるトロン文字処理アーキテクチャでは、意味のある形状の違いが客観的に認識できる字形毎にID(=文字コード)を割当て、その文字の付帯情報をデータベース化することで、漢字の標記や利用の様々な「ゆれ」に対して体系的に扱うことができる。このアーキテクチャは、ユビキタスコンピューティング応用において、実世界の様々な事象を扱うアーキテクチャと多くの点で共通していた。そこで、トロンコードのような文字コード(16bit多倍長)を、更により一般的なモノや事象に割り当てることが可能なように、128bit固定長に拡大し(unicode)、それを既存のあらゆるモノに割り当て、それに付随する情報をネットワーク検索によって取り出す分散処理型アーキテクチャとして、ユビキタスID(uID)アーキテクチャへと発展した。uIDアーキテクチャは、その後多くの国際的論文として発刊され、更に、ITU-T Rec. H. 621という国際標準規格としても設立させることに成功した。

■ トロン多漢字流通支援技術

トロン多漢字流通支援技術として、本研究では、主に、①多漢字コンテンツwebサーバ、②多漢字コンテンツwebコンバータ、③フォント・トレーサビリティ・システムの開発がなされた。研究期間終了後、①多漢字コンテンツWebサーバと②多漢字コンテンツWebコンバータは、東京文化研究における情報共有のためのWebサーバなどで使われ続けるようになった。一方、③フォントトレーサビリティシステムについては、後年の印刷会社との共同研究等によって、電子製版の現場(DTP)において多漢字を扱うときの有効性が確かめられ、当該企業との共同研究を通して、DTP上のフォントトレーサビリティシステムのアーキテクチャ確立と、システムの試作、検証が行なわれた。

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか（続き）

(2) 論文発表、国際会議等への招待講演における発表など（研究の発展過程でなされた研究成果の発表状況を記述してください。）

■2007 Taiwan RFID Summit, Invites Speech(平成 19 年)

Noboru Koshizuka: Ubiquitous: How Ubiquitous ID Realize the “Ubiquitous Computing Society”, 2007 Taiwan RFID Summit, Aug. 7-8, 2007, Science and Technology Advisory Group, The Executive Yuan Ministry of Economics Affairs, R. O. C., Taipei, Taiwan, *Invited Speech*.

■TRON Project International Symposium 2008, 主催シンポジウム, Keynote Speech(平成 19 年)

平成 19 年 12 月に開催した。TRON Project International Symposium 2008 において、Ken Sakamura: Keynote Speech “TRON Project 2007～2008”の中で、T 書体の技術的内容及び、その成果を一般リリースすることを発表し、更に、当シンポジウムにおけるプレス発表のなかで、「世界最大の漢字フォント「T 書体フォント」、一般リリースへ」を発表した。また、坂村越塚研究室が当研究成果を発表する展示ブースを出展した。

■2008 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research(平成 20 年)

Noboru Koshizuka: “uicode: Real-world Identification Scheme for Internet of the Things and Places”, 2008 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research, March 4~5, 2008, Mita Kaigisho, Tokyo, Japan, *Invited Speech*.

■ユビキタスと多様な文化, 主催シンポジウム(平成 20 年)

平成 20 年 3 月 5 日(水) 午後 2:00～午後 5:30、東京大学 大講堂 (安田講堂)

■2009 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research, Keynote Speech (平成 21 年)

Noboru Koshizuka: “Dreaming the Future of the Internet of Things”, 2009 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research, July, 2009, Brussels, *Keynote Speech*.

■FuturICT 2009, Invites Speech (平成 21 年)

Noboru Koshizuka: “Ubiquitous ID Technology: The Internet of things and places of the Future”, FuturICT 2009: Hungarian-Japanese Joint Conference on Future Information and Communication Technologies, June 29-30, 2009, Budapest, Hungary, *Invited Speech*.

■2009 Smart Card & RFID Expo, Keynote Speech (平成 21 年)

Noboru Koshizuka: “Ubiquitous ID Technologies”, 2009 Smart Card & RFID Expo, Beijin, China, June 2009, *Keynote Speech*.

■IEEE Pervasive Computing 誌論文 (平成 22 年)

Noboru Koshizuka, Ken Sakamura: “Ubiquitous ID: Standards for Ubiquitous Computing and the Internet of Things,” IEEE Pervasive Computing, pp. 98-101, October-December, 2010.

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか（続き）**(3) 研究費の取得状況（研究代表者として取得したもののみ）****■21世紀COE「ユビキタス情報社会基盤の形成」（研究代表者：坂村健）平成16～20年度**

本特別推進研究を実施中の平成16年度より、21世紀COE「ユビキタス情報社会基盤の形成」（研究代表者：坂村健）を取得し、特に本事業終了後、平成18～20年度では、本研究費を用いて、ユビキタス情報社会基盤を支える文字情報基盤として、研究を継続した。

■凸版印刷寄附講座「ユビキタス情報社会基盤学講座」（担当教員：坂村健）平成19～21年度

また、終了後平成19年10月より、民間企業である凸版印刷から、本研究代表者・坂村健・教授が受け入れ教員となり、寄附講座を取得した。研究期間は、平成19年10月～平成22年3月31日までの3年半を実施し、特に21世紀COE終了後の平成21年度は本研究費を中心として、研究を更に継続した。

(4) 特別推進研究の研究成果を背景に生み出された新たな発見・知見

本研究での工学的見地からの成果は、計算機上で「漢字」を扱う際には、意味のある形状の違いが客観的に認識できる字形毎にID（＝文字コード）を割当て、その文字の付帯情報をデータベース化することで、漢字の標記や利用の様々な「ゆれ」に対して体系的に扱うことができるという点である。

この漢字を処理するアーキテクチャは、ユビキタスコンピューティング応用において、実世界の様々な事象を扱うアーキテクチャと多くの点で共通していた。そこで、トロンコードのような文字コード（16bit多倍長）を、更により一般的なモノや事象に割り当てることが可能なように、128bit固定長に拡大し（ucode）、それを既存のあらゆるモノに割り当て、それに付随する情報をネットワーク検索によって取り出す分散処理型アーキテクチャとして、uIDアーキテクチャへと発展した。uIDアーキテクチャは、その後多くの国際的論文として発刊され、更に、ITU-T Rec. H. 621という国際標準規格としても設立させることに成功した。

多漢字を多漢字に対応していない通常のコンピュータシステム上で扱うためのメカニズムを、本研究では「フォントトレーサビリティ」システムとして、研究開発を行なった。本研究開発期間終了後、凸版印刷「ユビキタス情報社会基盤学寄附講座」における研究を通して、印刷業などの現場における既存の商用のDTPシステム上で多漢字処理を扱う際の有効性が提案され、実際に凸版印刷の製版過程への導入の研究を実施した。

2. 特別推進研究の研究成果が他の研究者により活用された状況

特別推進研究の研究成果が他の研究者に活用された状況について、次の(1)、(2)の項目ごとに具体的かつ明確に記述してください。

(1) 学界への貢献の状況（学術研究へのインパクト及び関連領域のその後の動向、関連領域への関わり等）

本研究の主たる取組み内容であった、膨大な字形をもつ東アジア特有の文字セットである「漢字」をコンピュータ上で扱うための方式を理論的な研究から、実用に近い実装のレベル実施は、まず第一にコンピュータアーキテクチャの分野、第二に人文科学分野におけるコンピュータ利用という点で大きな影響を与えた。

まず第一に、漢字を扱う多文字セットの重要性やそのアーキテクチャを本研究において提案したが、その後、産業界においても本研究成果に追従し、Unicode 等において、漢字に関しては多文字化が推進された。また、第二の点であるが、これまでは、東洋文化研究を実施する上では、漢字の扱い部分がネックになり、コンピュータを利用することが消極的傾向にあったが、本研究によって、通常のコンピュータ上でも甲骨文字までも含めて、歴史的な漢字なども十分に扱えることが示された。以後、こうした分野の研究において、積極的にコンピュータを使うという影響を与えた。

更に、本研究の文字コード（ID）と文字の属性情報との対応関係を扱うデータ管理手法を一般化して、ユビキタスコンピューティングの基本アーキテクチャとして uID アーキテクチャを確立した。uID アーキテクチャは、漢字処理だけでなく、物流からトレーサビリティ、空間情報サービスなど、広範なアプリケーションやサービスを扱うことができる、ユビキタスコンピューティング分野の先駆的かつ汎用的なアーキテクチャとして、世界の当該分野を先導することとなった。こうした関連領域への波及は、多くの国際学会における論文や基調講演などの成果として結実するだけでなく、オープンシステムとして公開され、実際の社会で広く利用され、更には、国際電気通信連合（ITU-T）の H. 621 という国際標準となった。

2. 特別推進研究の研究成果が他の研究者により活用された状況（続き）

(2) 論文引用状況（上位10報程度を記述してください。）

【研究期間中に発表した論文】

No	論文名	日本語による簡潔な内容紹介	引用数
1	Ken Sakamura and Noboru Koshizuka: "Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning", in Proc. 3rd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, Nov. 2005, Tokushima, pp. 11~18	トロン文字コード技術やユビキタス技術を用いた情報サービスやデジタルミュージアムによって、いつでもどこでも学習できる環境の構成方法を論じた。	57
2	越塚登、坂村健、“ユビキタス ID 技術とその応用”、電子情報通信学会誌、vol. 87、 No. 5、2004年5月、pp. 374-378	トロン文字コードを更に一般化させ、モノや概念にIDをふり、その属性や性質などを管理する、より汎用的なユビキタス ID アーキテクチャが、どのような応用に対して有効かを、事例をもって論じた。	6
3	Katsunori Shindo, Noboru Koshizuka, and Ken Sakamura: "Large-scale Ubiquitous Information System for Digital Museum", in Proceedings of the 21st IASTED, Feb., 2003.	多文字処理システムを利用した古文書を含むデジタルアーカイブや、デジタル展示を大規模に実施するための技術や手法について述べた論文。	5
4	Katsunori Shindo, Noboru Koshizuka, and Ken Sakamura: "Ubiquitous Information System for Digital Museum using Smart Cards", in Proceedings of the SSGRR, Jan., 2003	多文字処理システムを利用した古文書を含むデジタルアーカイブや、デジタル展示をにおいて、スマートカードの活用手法を述べた論文。	2
5	坂村健、“デジタルミュージアムからユビキタスミュージアムへ”、人工知能学会誌、第18巻、第3号、2003年5月、pp. 259-266	トロン文字コードを一般化させることで、ユビキタスコンピューティングの基本アーキテクチャが生まれた。これまで、人文系の文字資料コンテンツを扱うだけだった本手法が、更にあらゆる学術資料の展示にも有効であることを示した。	1
6	越塚登、“ユビキタス ID センター”、情報処理、2004年5月	トロン文字コードを更に一般化させ、モノや概念にIDをふる場合、そのIDの唯一性を保持するための手法について論じた。	1
7	Ken Sakamura: "Ucode Architecture and RFID", in Proceedings of 2004 RFID International Symposium (Korea), 2004, pp. 3-24.	トロン文字コードを更に一般化させ、モノや概念にIDをふり、その属性や性質などを管理する、より汎用的なユビキタス ID アーキテクチャに関する総論的論文。	不明
8	馬場章、越塚登、坂村健、“『歴史学のデジタルミュージアム』の試み”、情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム（じんもんこん）2002、2002年9月	歴史学のコンテンツに焦点を充てて、デジタル技術がどのようにデジタルアーカイブや展示に有効であるかを、実例を含めて論じた。	不明
9	新堂克徳、越塚登、坂村健、“非接触スマートカードを利用したユビキタスデジタルミュージアム”、Microwave Workshop and Exhibition (MWE 2003)、2003年11月、pp. 251-256	特にデジタル展示に焦点をあてて、多漢字アーキテクチャを含む、人文系デジタルコンテンツを扱う手法について論じた論文。	不明
10			

【研究期間終了後に発表した論文】

No	論文名	日本語による簡潔な内容紹介	引用数
1	Noboru Koshizuka, Ken Sakamura: "Ubiquitous ID: Standards for Ubiquitous Computing and the Internet of Things," IEEE Pervasive Computing, pp. 98-101, October-December, 2010.	多漢字アーキテクチャを一般化して構成されたユビキタス ID アーキテクチャの、主に標準化に観点から論じた論文。	3
2	Tetsuo Kamina, Noboru Koshizuka, and Ken Sakamura: "Embedding Legacy Keyword Search into Queries for the Ubiquitous ID Database", in Proc. 2nd International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2008), September 2008, pp. 263-272.	文字コードから文字属性を取り出すといった、ID → 属性検索の手法を一般化し、Semantic Web 技術を用いて実現する手法に関する研究。	1
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

3. その他、効果・効用等の評価に関する情報

次の(1)、(2)の項目ごとに、該当する内容について具体的かつ明確に記述してください。

(1) 研究成果の社会への還元状況（社会への還元の程度、内容、実用化の有無は問いません。）

本研究は、成果物として社会還元できるソフトウェアやコンテンツを多く輩出していることが特徴であり、既に以下のように広く社会に還元されている状況にある。

■T フォント

本研究開発成果である 38 万文字の漢字フォントのうち、文字の重複や字形の不備などチェックの後、約 23 万文字を T フォントとして無償公開を完了した (<http://charcenter.t-engine.org/tfont/index.html>)。T フォントは、今昔文字鏡や e 漢字等と並び、日本を代表する多漢字セットとして、特に学術的利用をする上で高い地位を確立した。

■フォントトレーサビリティシステム

フォントトレーサビリティシステムについても、本研究以後に更に実用化に向けた研究がつけられ、産業界における製版分野で多漢字を扱う部分で実際に利用されるようになった。

■Java TRON Code Profile 仕様

Java TRON Code Profile 仕様は、組込みソフトウェアの技術フォーラムである T-Engine Forum によって全世界的に配布されている組込み用の Java Profile によって構成される T-Java に組込まれ、全世界にオープンソースソフトウェアとして配布されている。

■多漢字コンテンツ web システム

本研究成果である多漢字コンテンツ web システムの仕組みを一部含んだ、Web サーバーシステムが、産業界の民間企業がリリースするトロン OS 製品の中に組込まれ、既に実社会で広く使われている。

■文字検索ツール

本研究成果である文字検索ツールの仕組みを一部含んだ、多漢字検索システムが、産業界の民間企業がリリースするトロン OS 製品の中に組込まれ、既に実社会で広く使われている。

■甲骨文データベース

本甲骨文データベースは、東京大学東洋文化研究所が所蔵する「甲骨」に関するデータベースとなっており、現在では甲骨文の研究者の間で利用されている。

3. その他、効果・効用等の評価に関する情報（続き）

(2) 研究計画に関与した若手研究者の成長の状況（助手やポストク等の研究終了後の動向を記述してください。）

本研究計画に関与した、若手研究者の状況は以下の通りである。

1. 越塚登（当時：東京大学情報基盤センター助教授、現在：東京大学大学院情報学環教授）

越塚氏は、全期間を通じて本研究の総括的役割を担った若手研究者である。現在まで、本研究代表者である坂村健・東京大学教授等とともに、トロン漢字フォントであるTフォントの公開のための研究や、フォントとレーザビリィの研究を継続的に実施した。更に、本研究開発で得た知見を発展させ、ユビキタスコンピューティング分野の研究を推進し、トロン文字コードを発展させてucodeのアーキテクチャの策定及び、その研究、国際標準化を担った。

2. 鶴坂智則（当時：東京大学総合研究博物館助手、現在：東京大学総合研究博物館助手）

鶴坂氏は、全期間を通じて本研究を担った若手研究者である。現在では、本研究代表者である坂村健・東京大学教授及び、越塚登・東京大学教授とともに、トロン漢字フォントであるTフォントの公開のための研究を継続的に実施した。更にそれだけではなく、本研究は情報工学分野と人文学分野が共同で行なう学際的研究分野であるが、鶴坂氏は現在まで、引き続き、総合研究博物館において、情報工学分と人文学分野の間の学際研究を担っている。

3. 倉光君郎（当時：東京大学大学院情報学環助手、現在：横浜国立大学大学院工学研究科准教授）

倉光氏は、本研究の前半期において本研究を担った若手研究者である。現在では、本研究開発で得た知見を発展させ、ユビキタスコンピューティング分野の研究者として、現在横浜国立大学大学院工学系研究科准教授を務めている。

4. 西村健：（当時：東京大学大学院人文社会系研究科助手、現在：国立情報学研究所特任研究員）

西村氏は、本研究の後半期において本研究を担った若手研究者である。現在では、本研究開発で得た知見を発展させ、コンピュータネットワーク分野の研究者として、現在国立情報学研究所特任研究員を務めている。