JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	クラウドを用いた日本語教育Ｗｅｂ教材の高品質配信手法に関する研究
Author(s)	井口，寧
Citation	科学研究費助成事業研究成果報告書：1-6
Issue Date	2014-06-04
Type	Research Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12195
Rights	
Description	研究種目：挑戦的萌芽研究，研究期間：2011～2013，課題番号：23650127，研究者番号：90293406，研究分野：並列分散処理，科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成　２６　年　　６　月　　４　日現在

機関番号：１３３０２
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2013
課題番号：２３６５０１２７

研究課題名（和文）クラウドを用いた日本語教育Ｗｅｂ教材の高品質配信手法に関する研究

研究課題名（英文）High quality provision method of Japanese e-Learning courseware using the Cloud.

研究代表者
井口　寧（Inoguchi, Yasushi）

北陸先端科学技術大学院大学・情報社会基盤研究センター・教授

研究者番号：９０２９３４０６

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　2,800,000円、（間接経費）　　840,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は，クラウド上にWeb教材の配信拠点を構築することによって，従来のWeb教材で問題となっていた配信遅延を解消し，円滑な遠隔学習環境を提供する．日本語教育分野では，学習者の地理的密度が高くないため，Web教材を用いた教育が期待されてきたが，Webサーバと学習者との通信状態によっては，モデル音声の発話遅延やレスポンス低下が問題となっていた．
そこで本研究では，近年利用可能になってきたクラウドを用い，世界各地のクラウド・サイトに日本語教育Web教材の配信拠点を構築し，円滑な学習環境を世界各地の学習者に提供する体制の構築法を研究した．

研究成果の概要（英文）：This research addresses to build streaming points in Cloud system to reduce transfer delay and smooth e-learning environment. In Japanese educational area, e-learning is much expected as a new generation educational tool due to the low density of learners. However, there are serious problem such as transfer delay and slow response time.
This research adopts the Could that are recently grown, and build streaming point to serve teaching materials for Japanese learning in the world. Using the Cloud, we have established a smooth distribution system for Japanese learning.

研究分野：並列分散処理

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：日本語教育　クラウド　e-Learning　遠隔学習　ディクテーション　高品質発話　臨場感　音響シミュレーション

１．研究開始当初の背景

日本語を理解する人口を世界的な規模で増やすことは，我が国の優れた文化や技術を世界に発信するために大変重要な課題である．また，最近は日本企業がアジアやBRICs 諸国の現地企業にソフトウェア開発などを委託する事例も急増しており，経済的側面からも日本語の学習需要は増加している．ところが，日本語学習者の地理的密度は英語に比べると圧倒的に少なく，十分な講師を海外に配置するのは困難である．そこで早くからCAIやWebを用いた遠隔教育が注目され，応募者らも多くの日本語学習Web教材を作成し，成果を上げてきた．

しかしながら，これまでのWebを用いた日本語学習コースウェアは，特にビデオ画像や口元表現などの動画像を含めたWeb教材を配信するため，データ量が大きく，ネットワーク上で遠隔地の学習者には円滑にWeb 教材を提供することが困難であるという問題があった．

一方，近年ではベンダーが計算機資源を集約し，ユーザがネットワークを通じてベンダーの計算機資源を利用できるクラウド・コンピューティングが急速に進展している．クラウド・サイトは地域ごとに設けられているので，これを用いてWeb配信拠点等を各地に構築すれば，学習者とWebサーバのネットワーク上での距離を縮めることができ，アクセスを分散できるので，学習者に円滑にWeb教材を提供でき，学習効果を高められることに思い至った．

２．研究の目的

本研究は，クラウド上にWeb教材の配信拠点を構築することによって，従来のWeb教材で問題となっていた配信遅延を解消し，円滑な遠隔学習環境を提供する．日本語教育分野では，学習者の地理的密度が高くないため，Web 教材を用いた教育が期待されてきたが，Web サーバと学習者との通信状態は必ずしも常時良好ではなく，モデル音声の発声などにおける応答遅延や単一のサーバへのアクセス集中によるレスポンス低下が問題となっていた．

一方,近年ではクラウドが利用可能となり，Web サーバを始め様々なアプリケーションをユーザが容易にクラウド上に構築できる．またクラウド・サイトも世界の各地に建設されており，世界中の多くの地域から複数のクラウド拠点に円滑にアクセスできる．

そこで本研究では，世界各地のクラウド・サイトに日本語教育Web教材の配信拠点を構築することによって，伝送遅延やアクセス集中を軽減し，円滑な学習環境を世界各地の学習者に提供する体制の構築法を研究する．

本研究を通じて次の3点を明らかにする．

i) クラウドに適するWeb教材の構造，作成の留意点．

ii)　ビデオクリップなど，大きなデータ量を，クラウド上の複数のサーバに円滑に供給する手法．

iii)　実際に海外に居住する学習者による評価を通じて，ネットワーク上の応答などの技術的性能だけに限らず，開発した手法の有無による学習効果まで含め，総合的に評価を行う．

本研究の特色は以下の2点である．

i) Web教材の円滑な配信に，近年急速に普及しているクラウドを用いる点．

ii) 情報科学分野の研究者と日本語教育学の研究者の連携による，配信・教材設計･学習効果の評価まで含めた総合的なWeb学習スキームの構築と評価

クラウドは近年急速に普及し，様々な利用がなされている．日本語教育用Web教材の構築・配信を含めて，この分野でのクラウドの利用法を確立することは，日

本語以外にも多くの Web 学習にも知見が利用でき，今後の Web 教材作成へ貢献できる．この他，学習者の音響環境に依存せず，常に適切な音響空間を含む学習環境の提供を目的とした音響空間のリアルタイムシミュレーション手法や，クラウドの構築手法も含め，クラウドを用いた e-Learning 環境構築法について幅広く研究を行う．

３．研究の方法

本研究は情報科学分野の研究者と日本語教育学研究者が緊密に連携する体制で実施する．この研究体制で，情報科学研究者が遅延やジッタなどネットワーク上の技術的評価を行い，日本語教育学研究者が教授者や学習者を通じて学習効果を評価する．研究遂行過程は，i）情報科学研究者が発話(シーン)の区切り方や，1 シーンのデータ量など，クラウド上に実装するための留意点を調査し，ii）日本語教育学研究者がこれを踏まえた Web 教材のコースウェアを設計する．iii）両者が共同で Web 教材を作成し，iv）情報科学研究者がクラウド上での配信体制を構築する． v）この Web 教材をに日本語の教授者/学習者に供用し，日本語教育学研究者が教育効果を評価する．

制作する Web 教材は IT 技術者養成向けとする．なぜなら，アジア系企業からのニーズと，本研究実施体制が持つシーズが合致し，従来研究に無い新たな Web 教材分野が開拓できるからである．

本研究体制の特徴の一つは，情報科学分野の研究者と日本語教育学の研究者の緊密な連携体制にある．この連携を用いて，次の手順で研究を実施する．

初年度に取り組む課題は，① クラウド利用の基礎的知見を得て，配信手段を確立すること，②日本語学習 Web 教材のコース設計，③ビデオクリップの撮影，および④ Web 教材の作成，の 4 点である．

①クラウド利用の基礎的知見の取得：最初にクラウド上にパイロット Web サーバを構築し，様々なデータの伝送特性(収容可能な容量，転送速度，ジッタ，提供速度，および確実性)を測定・評価する．これらの知見をもとに，クラウドを用いた Web 教材を配信する場合に必要となる留意点をまとめる．これらの知見は，例えばビデオクリップの 1 シーン当たりのデータ量，発話 1 セグメント当たりの発話時間，期待できる応答速度，などの，Web 教材作成の指針となる留意点であることを想定している．この部分については，研究代表者の井口が中心となって測定を行い，知見を得る．

②日本語学習 Web 教材のコース設計：日本語学習 Web 教材を設計する．最初に学習内容や項目，コース構成等を検討し設計する．この時に，クラウド向け Web 教材設計の留意点を考慮し設計する．

③ ビデオクリップの作成：Web 教材で利用するビデオクリップを撮影し，次の Web 教材作成に備える．ビデオクリップの撮影では，例題の発話を学生アルバイトに発話させてモデルシーンを再現し，これをビデオ撮影業者に撮影させる．これまでの研究経過や他の研究開発より，発話モデルは素人とプロの差が小さいが，撮影は素人とプロで品質の差が大きく，素人による撮影では学習効果が低下することが指摘されているからである．

④ Web 教材の作成：撮影したビデオクリップやクイズ，問題集などを用いて Web 教材を作成する．作成は HTML や Flash を用いて Web 化し，まずクラウドの 1 拠点から配信可能な Web 教育コースウェアを完成させる．コースウェアの作成は，IT 研究者と日本語教育学研究者が協議しながら作成し，クラウド上への実装は IT 研究者の井口が行う．

翌年度に取り組む課題細目は，⑤ Web 教

材の多拠点クラウド上への実装，⑥ Web 教材の供用及び学習効果の評価，⑦ 評価に基づく教材の改良，の 3 点である．

⑤ Web 教材の多拠点クラウド上への実装：Amazon EC2 で利用可能な北米，欧州，およびアジアのクラウド・センターに Web コースウェアの配信拠点を設定し，前年度作成した Web 教材をここから配信する仕組みを整える．ここで特に困難が予想される点として，多地点の配信拠点を学習者にどのように見せるかという問題がある．学習者が一ヵ所の配信サーバへのアクセスを起点として，自動的にネットワーク上の近隣の配信拠点を探索する仕組み(アプレットの提供)などの整備が問題となる．

⑥ Web 教材の供用及び学習効果の評価：構築，サービス可能となった Web コースウェアを，海外に居住する日本語学習者や，日本語教育者(日本語学校の講師等)に供用し，学習効果の評価を得る．評価手段として，学習者にはアンケート調査を行い，教育者には専門家の立場から意見を収集する．また，応募チームの誰かが海外出張の際には，現地から Web 教材をアクセスし，応答速度などの技術的データを収集する．教育効果の評価は，日本語教育学分野の 3 名が中心となって担当する．

⑦ 音響環境の提供法：e-Learning の別の問題として，学習者の音響環境が統一されていないという問題がある．あたかも教室で教授者に対峙し学習しているかのような音響的学習空間を提供するために，音響のリアルタイムシミュレーションによる仮想空間提供法を研究する．デジタルホイヘンスモデルは，簡単な演算で音響空間を模擬できるので，これを用いたリアルタイムシミュレーション空間を実現する．

⑧ クラウドの構築法：本研究ではクラウドの利用を前提としているが，クラウドのセンターでは大きな電力負荷を生ずる．サーバーの応答性を確保しながら利用しないサーバを OFF にする，低消費電力なクラウド構築法を確立する．更にその利用法についても研究する．

４．研究成果

2011 年度は，クラウド利用の基礎的知見の取得と日本語学習 Web 教材のコース設計を行った．まず，世界的なクラウドサービス提供会社の Amazon EC2 にアカウントを作成し，利用環境を整備した．Amazon EC2 のサービスは東京，北米，欧州など世界各地にあるが，基礎的知見を得るため，東京を拠点とした．日本語学習 Web 教材のコース設計について，日本語教育チームと数回の打合せを設け，彼らの有するコンテンツと学習項目について検討した．具体的には，北海道大学の小河原(連携研究者)が持つ学習コンテンツを，クラウド化する場合の課題と，新たに作成する学習コンテンツの内容について協議した．当初計画では，2011 年度中に教材となるビデオクリップの撮影を行う予定であったが，撮影予定の宮城教育大学が東日本大震災で被災したため，撮影については計画からやや遅れ，翌年度実施した．

2012 年度は，前年度に行った日本語学習 Web 教材のコース設計に基づいて，日本語の発音を中心とした学習教材を作成した．質問と回答，縮約形，会話例など，教程ごとにモデル音声を録音し，このモデル音声を発声し，聞き取り，正解をチェックする Web 教材を構築した．モデル音声の録音は，技術的には研究代表者の井口が監修し，教材の内容については連携研究者の小河原と高橋が中心となって監修し進めた．

2012 年度は 2 つの教材を作成し，東日本大震災での遅れを取り戻した．第一版は Web 教材化し，学会発表を行い，フィードバックを得た．作成した Web 教材は，教程ごとに項目が並び，ボタンのクリックによって発声するも

のである．別のボタンによって正解が表示されるので，自己学習が可能となっている．海外で通信遅延を評価した所，定性的には十分実用に耐える遅延となっていることが分かった．この結果を元に，改訂と増補を行った第二版の教材を作成した．

更に，音響空間のシミュレーション手法を確立し，リアルタイムに所望の学習空間を構築できる可能性を示した．コスト面では現時点ではかなり高価になるので，実際の利用は困難であるが，将来 LSI の低コスト化が進展した場合には有用な技術である．

教材を格納・配信するクラウドのデータセンターでの低消費電力化について，近い将来のリクエストを予測し，最小限の冗長サーバをスタンバイさせることによって応答性を確保しながら，当面利用しない CPU 資源を OFF にすることによって，低消費電力クラウドが構築可能なことを示した．更に本研究でも用いたクラウドシステムの構築事例についての紹介を行った．

2013 年度は，前年度に作成した教材の評価を多面的に行った．実際に海外で日本語を教えている日本語教育者に協力を得て評価を行った．評価はマレーシアで行った．クラウドの利用について，本学サーバや東京のクラウド拠点へのアクセスの場合，およそ２～３行となり，アクセス時間の揺らぎも大きい結果だった．一方，マレーシアから地理的に近いシンガポールのクラウド拠点へのアクセスは，両者よりも有為に応答時間が短く，一秒台前半，また揺らぎも最少であった．

日本語学習者による評価では，応答時間の短縮と揺らぎの少なさは学習の改善に大きく貢献できることが分かった．応答が悪いと学習者が何度も再生ボタン等をクリックしてしまい，システム上で認識している学習と，実際に学習者が行っている操作に乖離が生じ，学習過程で混乱してしまう．今回クラウドを利用し，応答時間を短縮したことによって，この様な混乱を避けることができた．日本語教授者による評価では，章立てが固定化された Web コースウェアに加えて，教授者が内容を修正できると良いというコメントが得られた．クラウドの利用に関して，混乱が少ないのは良い．PC 利用で混乱すると，教育現場では授業内容よりも PC 操作で時間を取られてしまうので，この心配が少ないのは効果的だという評価が得られた．

５．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 4 件）

1. Tan Yiyu, Yasushi Inoguchi, Yukinori Sato, Makoto Otani, Yukio Iwaya, Hiroshi Matsuoka and Takao Tsuchiya, "A Real-time Sound Rendering System based on the Finite-Difference Time-Domain Algorithm", Japanese Journal of Applied Physics, (accepted), 2014 (査読有)

2. Tan Yiyu, Yasushi Inoguchi, Yukinori Sato, Makoto Otani, Yukio Iwaya and Takao Tsuchiya, "Design and Implementation of a Two-dimensional Sound Field Solver Based on the Digital Huygens'Model", Microprocessors and Microsystems, Elsevier, (accepted), 2014 (査読有)

3. Truong Vinh Truong Duy, Yukinori Sato and Yasushi Inoguchi, "A Prediction-Based Green Scheduler for Datacenters in Clouds", IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E94-D, No. 9, pp.1731-1741, Sep., 2011 (査読有)

4. Truong Vinh Truong Duy, Yukinori Sato and Yasushi Inoguchi, "Improving Accuracy of Host Load Predictions on Computational Grids by Artificial Neural Networks.", International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, Vol. 26, No. 4, pp.275-290, Aug., 2011 (査読有)

〔学会発表〕（計 3 件）

1. 小河原義朗，高橋亜紀子，”ディクテーションによる音声知覚トレーニングの実践と課題”，日本語教育方法研究会，2013 年 9 月 21 日，立命館アジア太平洋大学
2. 小河原 義郎，井口 寧，高橋 亜紀子，“ディクテーションによる聴解学習支援システムの構築”，The 5th International Conference on Computer Assisted Systems For Teaching and Learning Japanese (CASTEL-J)，2012 年 08 月 20 日～2012 年 08 月 22 日，日本，名古屋
3. 井口 寧，"北陸先端科学技術大学院大学におけるキャンパスクラウドの構築"，国立情報学研究所 先端ソフトウェア工学･国際研究センター 第 52 回先端ソフトウェア科学・工学に関する GRACE セミナー，国立情報学研究所，Jun. 24，2011

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

６．研究組織
(1)研究代表者
井口 寧（YASUSHI INOGUCHI）
北陸先端科学技術大学院大学・情報社会基盤研究センター・教授
研究者番号：90293406

(2)研究分担者
なし

研究者番号：

(3)連携研究者
高橋　亜紀子（AKIKO TAKAHASHI）
宮城教育大学・国際理解教育研究センター・准教授
研究者番号：10333767

小河原　義朗（YOSHIRO OGAWARA）
北海道大学・留学生センター・准教授
研究者番号：70302065

才田　いずみ（IZUMI SAITA）
東北大学・文学研究科・教授
研究者番号：20186919

川添　良幸（YOSHIYUKI KAWAZOE）
東北大学・金属材料研究所・教授
研究者番号：30091672