

氏名(本籍)	Jan Askhoj (デンマーク)
学位の種類	博士(情報学)
学位記番号	博甲第6708号
学位授与年月日	平成25年 9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	図書館情報メディア研究科
学位論文題目	Preserving Records in the Cloud – A Model to enhance Metadata Interoperability in a Cloud Environment

主査	筑波大学 教授	杉本重雄
副査	筑波大学 教授	川原崎雅敏
副査	筑波大学 准教授	阪口哲男
副査	筑波大学 教授	森嶋厚行
副査	国立情報学研究所 教授	武田英明

論文の要旨

本論文は、クラウド (Cloud) 環境上においてデジタル情報資源のアーカイブと保存を行うためのシステムに関し、メタデータの視点を中心として要件を検討し、クラウド環境に適したモデルを提案し、考察を加えたものである。デジタル情報資源のアーカイブと保存のためのシステムとメタデータの参照モデルとして、国際標準規格 Open Archival Information System (OAIS)が広く利用されている。ところが、OAIS はクラウド環境に適合するように作られたものではなく、クラウド環境に特徴的な階層性を持っていないため、OAIS 参照モデルをクラウド環境上に直接実現することには困難が伴う。したがって、クラウド環境上でのアーカイブと保存のためのシステムの新しいモデルが必要である。本論文が述べる研究は、こうした問題意識に基づきなされたものであり、OAIS に基づき、かつクラウド環境に適した階層性を持つシステムのモデルを提案し、考察を加えたものである。論文は、全 14 章によって構成されており、本文は約 100 ページある (付録を含めると約 250 ページある)。以下、各章について示す。

第 1 章の導入に続き、第 2 章ではクラウド環境に関する定義を示している。クラウド環境はサービス提供企業による定義の違いがあるため、本論文では、米国の National Institute of Standards and Technology (NIST)が定めるクラウド環境の標準に従うことを述べている。第 3 章では、本論文に関連する研究を示している。ここでは、クラウド環境に関する従来の研究をサーベイし、さらに最近の研究に関して、アーカイブの観点、デジタル保存の観点、クラウドの標準化の観点、そしてメタデータの観点から論じている。また、本論文における重要な要素である OAIS に関する研究について述べている。第 4 章では、本論文が扱う課題に関して、問題の背景、クラウド環境において記録管理とアーカイブのための環境の構築に関わる課題について述べ、それらを基礎として取り

組むべき研究課題について論じている。第 5 章は、本論文の目標が、OAIS の参照モデルに基づくモデルをクラウド環境に適合するように作ることであり、そのため、クラウドの階層構造にあったアーカイブシステムのモデルとそのメタデータに関して明らかにすることであることを述べている。第 6 章は、OAIS 参照モデルをクラウド環境に適用する際の問題について述べている。本章では、OAIS 参照モデルに含まれるシステム要素同士が相互に依存性を持つため、クラウド環境にとって必須である階層性と親和性がよくないこと、加えて保存のための情報パッケージ作成のプロセスをクラウド環境に適合させる必要があること等の問題を指摘し、それについての解決策を提案することが本論文の主要課題となっていることを示している。第 6 章までが、本論文での背景、研究の位置づけに関する説明となっており、第 7 章以降では本論文が提案するモデルに関する論述を進めている。

第 7 章から 9 章では、本論文が提案するクラウド環境を指向したデジタルアーカイブと保存のためのメタデータスキーマについて論じている。第 7 章は、本論文が提案するクラウド環境におけるアーカイブのための階層モデルについて定義している。基盤となるクラウド環境の階層モデルは NIST の標準に従っており、その上に、アーカイブの機能を実現する階層を定義している。第 8 章では、第 7 章で定義した階層モデルを、具体的な例題に対して適用することで、モデルの妥当性の検討を加えている。第 9 章では、提案したクラウド上でのアーカイブと保存に関するモデルに基づき、Dublin Core のアプリケーションプロファイルの概念に従ってメタデータスキーマの設計を進めている。本章では、従来のデジタル保存において用いられてきている PREMIS や METS といったメタデータの国際標準規格を基盤として、提案した階層モデルに基づくアプリケーションプロファイルを定義している。

第 10 章から 12 章では、本論文のもう一つの重要なテーマであるメタデータスキーマの形式的な定義に基づくモデルの検証を述べている。第 10 章では、本論文で定義したモデルに基づくメタデータスキーマの形式的定義を行い、スキーマの検証を行うために、メタデータスキーマのためのオントロジ定義を行っている。オントロジ定義には OWL を用いており、PREMIS のためのオントロジ定義を参考にして進めている。本章では、定義したオントロジを構成するクラスと属性に関する基本的な説明を行っており、定義したオントロジの OWL 記述は付録に含められている。第 11 章において、クラウド環境指向のデジタルアーカイブと保存のためのモデルとメタデータスキーマを統合したオントロジとその評価方法に関する説明を加えている。第 12 章では、Amazon のクラウド環境を実例として用い、オントロジ記述の実現方法について述べている。

第 13 章と 14 章は本論文のまとめとしての考察と結論を述べている。デジタルアーカイブと保存の標準として従来から広く認められている OAIS と、クラウドという新しいデータ保存環境を適切に結び付けるシステム、ならびにそれに適したメタデータスキーマが本論文の中心のテーマであり、ここではそうした視点を中心に議論が進められている。最後に、本研究で定義したアプリケーションプロファイルとオントロジの記述が付録として付けられている。

審査の要旨

【批評】

電子的な文書・記録資料の増加とともにそれらのアーカイブと保存に関する国際標準が作られ、それに基づくメタデータやシステムに関する研究開発が進められてきている。一方、クラウド環境の開発の進展により、企業等においてクラウドを利用した文書の作成、運用が進みつつあり、標準モデルの定義も進められている。ところが、企業や行政機関等が必要とするアーカイブと長期保存の機能がクラウド環境には含まれていないため、重要な文書・記録資料を長期に渡って保存するシステムによるクラウド利用は進んでいない。こうした環境下において、著者は自分自身の実務経験をも基礎としてクラウド環境を指向したアーカイブシステムの必要性を感じ、本研究を開始したものであり、本論文は、デジタル情報資源の長期保存の国際標準として広く認められている Open Archival Information System (OAIS)参照モデルと、National Institute of Standards and Technology (NIST)が定義したクラウドの標準モデルを基盤として、クラウド環境において OAIS 参照モデルに基づくアーカイブのためのシステムについて、メタデータの視点を中心に考察し、新しいモデルを提案したものである。

本論文の主たる成果は、(1)クラウドの標準モデルが持つ階層性に合わせて OAIS 参照モデルが持つ機能要素とデータ要素の定義を行い、クラウド環境におけるアーカイブシステムのためのモデルを提案したこと、(2) 提案モデルに基づき、一般性を持つアーカイブシステムのためのメタデータスキーマを提案し、さらにメタデータスキーマの形式的な定義の基盤となるオントロジを定義したことの2点である。

はじめに、本論文で提案されたクラウド環境指向のアーカイブシステムのモデルに関する基本的な批判は、本研究が基礎とするクラウド環境の標準階層モデルの妥当性に関するものである。これは、現実のクラウドサービスが広がる一方、標準化が現実的にはなされていないのではないかという点から生じるものである。また、この研究では、既存のクラウドサービスを用いた実験を行っており、そのサービスで用いた環境が厳密に標準に従ったものではないのではないかという指摘もある。これに関して、著者の研究は米国 NIST が定めたモデルを基礎とすることで、将来に向けた研究であることの姿勢を明らかにしていること、そして提案モデルに関する実験を行う上での現実的な制約を踏まえた上での議論を進めていることから、こうした批判に対する一定の回答は行えるものと考えられ、かつ提案モデルの新奇性はこうした批判によって損なわれるものではないと理解できる。

次に、メタデータスキーマとそのオントロジに関する基本的な批判は、その評価に関するものである。メタデータスキーマの評価は、現実的なシステムにおいて実際に利用することによってなされると考えられる。しかしながら、本研究のようなモデル開発を目的とした研究においてそうした現実的な評価環境を利用した評価を行うことは困難である。これに対して、本論文では、提案したメタデータスキーマを DCMI アプリケーションプロファイルに基づいてセミフォーマルに記述すること、そしてスキーマに含ま

れるボキャブラリについて OWL によるオントロジ記述を行い、その記述上での整合性の評価を行っている。さらに、Amazon のクラウド環境を利用した評価も行っており、一定レベルでの評価実験は行われている。こうしたことから、本研究において提案されたメタデータスキーマやオントロジに関する信頼性は損なわれるものではないと理解できる。

本論文の核となる論文の 2 件に関して、Records Management Journal に掲載された論文（タイトル：Preserving records in the cloud）は、記録管理・アーカイブにおいて新しい概念を与えるものとして ASLIB (The Association for Information Management) でも紹介された。また、International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries 2011 に採録された論文（タイトル：A metadata framework for cloud-based digital archives using METS and PREMIS）は、優秀論文として表彰された。以上のように、本論文の核となる成果を発表した論文は、当該分野において新奇性のある、優れたものとして認められている。

論文の構成面に関して、研究背景、関連研究、研究内容とその考察が十分に示されており、研究内容を詳しく示すための付録も適切につけられており、適切に構成されていると認めることができる。

本論文でも触れているように、行政機関や企業にとって記録管理とアーカイブのためにクラウド環境を利用することの重要性は今後ますます大きくなっていくと考えられる。本論文は、クラウド環境に適したデジタルアーカイブのためのシステムに関して、新奇性のある有用なシステムのモデルとシステムを支えるメタデータスキーマを示している。新しい分野であるがゆえに、基盤とするクラウド環境モデルに関する一般性や、実行環境を利用した評価について将来に残された課題はあるが、新奇性に富んだ研究をまとめた、有用な内容を含む論文として評価することができる。

以上を総合して、学位論文として十分な内容を含んでいるものといえる。

【最終試験結果】

平成 25 年 8 月 22 日、図書館情報メディア研究科学学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと、本論文について著者に説明を求めた後、関連事項について質疑応答を行った。引き続き、「図書館情報メディア研究科博士後期課程の学位論文の審査に関する内規」第 12 項第 2 号に基づく最終試験を行い、審議の結果、審査委員全員一致で合格と判定された。

【結論】

よって、著者は博士（情報学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。