

グループ管理システムにおけるグループ管理者の効率的な管理

清水さや子^{†1†2} 戸田勝善^{†2} 岡部寿男^{†1}

Web サービスのアクセス制限やメーリングリストの管理などに「グループ」の概念が用いられる。グループという概念は社会において広く用いられるが、用途や規模や期間、メンバの定義方法などがさまざまに異なるため一元的な管理は難しい。著者らは、グループを認証基盤に基づいて体系的にかつ効率よく管理するための仕組みを提案中である。提案する仕組みでは、Internet2 で開発されている Grouper のグループ管理の仕組みに対して不足する点を補い、できる限り実社会におけるグループをそのまま運用できるシステムを目指している。本稿においては、グループ継続性に配慮したグループ管理者の権限移譲を効率化する仕組みを提案する。これまでのグループ管理の仕組みでは、グループを管理する人が不在になるとグループが削除されることとなり、業務などで継続が必要なグループではその都度システム管理者による例外処理が必要であった。実運用においては、業務などで使用するため継続性の確保が必要なグループが存在するため、継続が必要なグループをシステム管理者が「公式グループ」として指定できるようにする。公式グループのグループ管理者をユーザごとに割当てられている属性を用いて指定できるようにすることで、グループ管理者の異動時にも後任へのグループ管理権限の委譲がスムーズに行われ、システム管理者やグループ管理者の負担が軽減される。

Efficient Management of Group Administrators in a Group Management System

SAYAKO SHIMIZU^{†1†2} MASAYOSHI TODA^{†2}
YASUO OKABE^{†1}

“Group” is a concept commonly used in online services in order to restrict Web access or to manage mailing lists. The concept is widely shared in our society, but it is not easy to manage members in uniform manner since the definition of each groups is different from others, in terms of the purpose, the size and the duration. The authors have proposed a scheme to manage groups systematically and efficiently based on integrated identity management infrastructure. The proposed system makes up for short points in the Grouper groups management system developed by Internet2. We aim the system so that it can manage groups in our real society as is. In this paper, we propose a new mechanism to perform authority transfer among group administrators efficiently, taking into account of group continuity. In conventional group management systems, groups are deleted when group administrators become absent. The system administrator should handle such an exception when continuation is necessary for business. In actual operation, there are many groups of which the continuity is needed to be ensured. Thus we propose a mechanism that a system administrator can specify such a group as an *official group*. In official groups we make it possible to specify group administrators by users' attributes. When a group administrator have been transferred to other, the authority is transferred to new group administrators smoothly, and burden of the system administrator and group administrators is reduced.

1. はじめに

近年、情報ネットワーク技術の発展により情報サービスが増加している。それに伴い、IDの統合化や認証基盤の整備が行われ、それに対する研究が進められている1)2)3)。また、それらの技術を用いて組織間認証連携に対する研究も進められている4)5)。認証基盤の整備により、認証に関する管理の効率化の検討は多くなされているが、認証と連動したアクセス制限などのいわゆる認可の統合化や組織間連携に関しては、依然として十分な普及に至っていない。各サービスにおける認可の仕組みは、ユーザに対して割当てられている属性（以下、ユーザ属性という）やグループなどが用いられることが多いが、認証基盤に登録されている属性は組織内で共通に定義されるものであるため、それだけでは詳細なアクセス制限を行うことが難しい。そこで、

著者らは、詳細なアクセス制限などに向けて、統合IDや属性を用いてグループを作成し管理する仕組みを検討中である6)。

グループ管理を行う際、グループはグループごとに用途や規模や期間、メンバの定義方法が異なるなど統一的な管理が難しい。このようなグループの管理に対して、これまでもグループの概念の体系化や、それを基に研究開発されたグループ管理システムは何件が存在するが7)、グループの管理を柔軟かつ詳細にするほど、その管理を行うシステム管理者の負担が大きくなるという課題があった。その中で、米国Internet2で研究開発されているGrouperは、グループごとにグループを管理する人（以下、グループ管理者とする）を立てて、分散的にグループを管理し、メンバ管理にはユーザ属性を用いて管理することが可能である8)9)。しかし、Grouperでは、グループ管理者になれる人はシステム管理者から委任された特権的なユーザと呼べる人に限定されており、メンバとして登録することができるユーザもグループ管理者ごとに限定される。また、グループ

†1 京都大学
Kyoto University

†2 東京海洋大学
Tokyo University of Marine Science and Technology

管理者が不在になり管理されなくなったグループは原則として自動的に削除され、継続が必要なグループに対しては、システム管理者の個別対応が必要であるなどの課題が残っていた。これらの複数の課題の中でも、上記の一点目の課題に対しては、我々は、実運用と照らし合わせ、ユーザ属性の管理権限が無い一般ユーザでもグループを作成し管理ができる仕組みを前稿において提案している 10)。本稿では、それを発展させ、継続が必要とされるグループにおいてグループ管理者が不在になった場合のグループ管理権限の委譲の課題に対して解決案を提案する。

実運用では、グループ管理者が不在になっても継続が必要なグループが存在する。特に事務スタッフなどが業務として使用するグループは、簡単に削除してはいけない場合が多い。先行研究では、継続が必要なグループについては検討されていなかったことより、本研究においてはグループに対して継続性を保たなければならないグループとそうでないグループをそれぞれ「公式グループ」と「一般グループ」に分け、本稿では公式グループに対するグループの継続性を重視する。

先行研究で開発したシステム 10) では、グループの継続性のある程度確保するため、グループ管理者を個々に複数名設定することが可能である。しかし、グループ管理者の所属が異動する際の対応が効率的でないことが課題であった。グループ管理者を個々に設定することは、特にグループの管理を事務の担当掛単位などで行う場合、異動の際にグループ管理者の更新を個々に行わなければならない。そのため、グループ管理者になっているグループが多ければ多いほど、異動時などの作業負担が高くなる。そこで、本研究では、継続が必要なグループにおいては、グループ管理者を個々に登録するのに加えユーザ属性を用いても管理できる方式を提案する。これにより、グループ管理においては、システム管理者からグループ管理者、グループ管理者からグループ管理者に権限移譲することができ、システム管理者およびグループ管理者の管理負担が軽減される。

2 章では、グループ管理に関する関連技術について述べ、3 章では、グループの継続性を確保するためグループ管理者に対する権限移譲のための要件について述べる。4 章では、提案システムにおけるグループ管理者の権限移譲に関する操作の実装について述べ、5 章では、評価を述べ、6 章ではまとめを述べる。

2. 関連技術

2.1 本研究におけるグループの用途

近年、ID の統合化により、一組の ID とパスワードで利用できるサービスが増加している。ID の統合化を行う際、中央に認証基盤用のサーバ（以下、認証サーバとする）が構築され、認証情報の管理はそこで行われるため、各サー

ビス側では認証情報の管理が省略できるようになった。しかし、依然として各サービス側ではアクセス制限などのいわゆる認可情報の管理が必要である。認可の方法は様々であるが、各サービス側の管理者の負担を軽減するため、中央の認証サーバに格納されるグループなどの属性を用いることが多い。しかし、中央の認証サーバに格納されるグループは、共通に定義されたものであることより、その定義を超えて詳細なメンバにアクセス権限を与えることは難しい。また、グループはグループごとに用途や規模、メンバの定義方法などが異なるため、統一的な管理が難しい。これまでのグループ管理の研究においては、グループの管理が柔軟かつ詳細になるほど、管理者に対する管理の負担が大きくなっていった。

これに対して、著者らは、各サービスの管理者がアクセス制限をする際、統合 ID や属性を用いてグループを作成し、詳細なメンバを設定でき、効率的に管理できる仕組みを提案中である 6)。

2.2 メンバ定義

グループのメンバを定義する際、個々にユーザを列挙する方法、ユーザ属性から導く方法、既に作成済みのグループを組み合わせる方法などが考えられる。そこで、本稿ではこれらの方法を表 1 のように定義する。また、メンバを定義する際の例は、表 2 とする。

表 1 メンバ定義の種類

列挙型	メンバのリストを列挙する
属性型	属性に関する条件式から導く
複合型	すでに定義されているグループの集合演算 (和集合、積集合、差集合、補集合)により導く

表 2 メンバ定義時の例

列挙型	groupAA = userA, userB, userC
属性型	groupBB = ("N**"="n**") and ("N**" ≥ "0")
複合型	groupCC = groupAA and groupBB

(group**=グループ名 N**=属性名 n**=属性値)

通常、個人単位で作成し管理するグループにおいては、列挙型が用いられる。しかし、グループの規模が大きくなればメンバの追加や削除漏れが発生する可能性が高く、グループ管理者の負担が高くなる。そこで、ユーザ属性の変更の度に、変更に合わせてメンバが導かれる属性型を用いることで、グループ管理者の管理の負担は下がる。しかし、属性型だけを使う場合、詳細なメンバを導くことが難しいため、列挙型と属性型を組み合わせる複合型が必要になる。

2.3 グループを使った既存サービスと先行研究

グループという機能は、近年、Web 上では、Facebook¹¹⁾ などの SNS サービスにおいて使用されている。これらのサービスにおけるメンバ定義は前項でいう列挙型であり、小規模グループの管理に向いている。また、ファイルサーバ¹²⁾ や LDAP¹³⁾、Active Directory¹⁴⁾ などの認証サーバ、その他多くのグループウェアなどでもグループという機能は存在しているが、メンバ定義は列挙型と属性型である。また、グループ管理者を立てて分散管理するのではなく、システム管理者が統合的に管理をしている場合が多い。

グループごとにグループ管理者を立てて分散的にグループを管理し、メンバの定義に列挙型、属性型、複合型のすべてを用いることができるシステムとして米国 INTERNET² が Grouper プロジェクトで開発した「Grouper」が存在する^{8) 9)}。しかし、Grouper では、グループ管理者となる人は、システム管理者から指名された特権的なユーザに限定されており、メンバに定義できる範囲もグループ管理者ごとに限定されている。また、グループの管理者は複数名設定可能であるが、グループ管理者が不在になるとそのグループは原則的には削除され、継続が必要なグループに対しては、システム管理者の個別対応が必要であった。

そこで著者らは、上記 Grouper のグループ管理の仕組みに対し不足する点を補い、実社会におけるグループをできる限りそのまま効率よく運用できる仕組みを検討中である。

2.4 グループ管理権限の一般ユーザへの委譲

著者らは前稿では、Grouper の限定されたグループ管理者とメンバにできるユーザの範囲に対して、グループ管理者やメンバに対する範囲を限定せず、一般ユーザにもグループ管理者権限を委譲する仕組みを提案している¹⁰⁾。

Grouper ではグループ管理者となれる人は、ユーザ属性の参照権限が与えられている範囲に限られている。しかし、実運用と照らし合わせると、限定されたグループ管理者のみが限定された範囲内でメンバの管理を行うことが難しい。

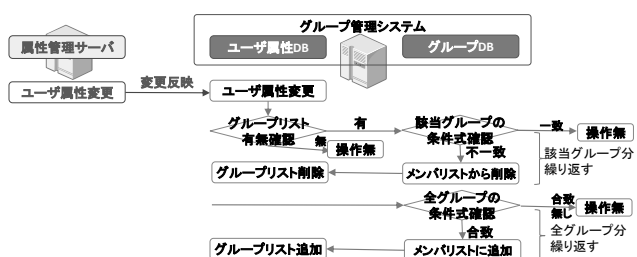


図 1 ユーザ属性変更時の流れ

そこで、著者らはグループ管理権限を特定ユーザだけでなく一般ユーザにも委譲し、メンバにできるユーザの範囲を拡張することで、実運用に近づけた運用の仕組みを提案している。また、その仕組みを実際にシステムで実現す

る際、システム上で重要となるグループの操作について、コストを抑えつつ、実用的かつ安全な仕組みとしている。具体的には、ユーザ属性を使ったグループのメンバ操作を行う際、作成したグループごとにメンバリストを格納し、ユーザ属性用のデータベースに所属するグループのリストを格納する。そして、グループに対してメンバ追加は定期的に行うが、削除は即時に行う仕組みである (図 1)。

2.5 グループとグループの継続性

2.5.1 グループの継続性

グループの管理運用において、実運用と照らし合わせると、業務上厳格な管理が必要とされるグループとある程度自由を持たせたグループが存在する。

事務スタッフが業務などで使用するグループは、厳格な管理が必要である。そして、グループ管理者が不在時にもグループの継続性の確保が必要な場合が多く存在する。例えば、予算管理などの業務システムの認可にグループを用いる場合、グループ管理者が不在になると同時に該当システムにアクセス不可になると、必要な資料が取り出せず、担当部局が混乱し業務に支障をきたすことになる。そのため、業務で必要とするようなグループにおいては、継続性の確保が必要となる。

一方、研究室などにおいて自由に作成されるグループは、ある程度自由度の確保が必要である。しかし、このような自由なグループに対してグループ管理者が不在になった場合、いつまでもグループを継続すると野良グループのようなものが増え、システム管理者の負担が高くなる。そのため、このような自由なグループにおいてはグループ管理者不在時にはグループを削除すればよいと考える。

本研究では、上記の通りグループの用途により継続性の有無が異なることより、これらを大きく 2 つのグループに分ける。本稿では、グループの継続性を必要とするグループに対しては「公式グループ」、必要としないグループに対しては「一般グループ」と定義する。

2.5.2 グループの継続性を確保するためのグループ管理者の権限移譲

継続が必要なグループについてはある程度継続性を確保できるようにグループ管理者を複数設定できればよい。これまででは、複数のグループ管理者を登録する際は、個々に登録し管理を行っていた。そのため、多くのグループの管理者となっている人が、所属などの変更によりグループ管理者を交代することになる際、個々にグループ管理者の更新作業を行わなければならない、グループ管理者交代に対する負担が高く、漏れが発生する可能性も高かった。

そこで、グループ管理者には、所属や役職ごとに割り当てるいわば役職アカウントのようなものを用いることができれば、個々にグループ管理者を管理しなくてもよくなる。しかし、役職アカウントは実際に操作した人の特定が難し

いことや担当者の変更の度にパスワード変更を行わなければ、異動後も使用できる可能性もあり、悪用の可能性が高まる。そこでユーザ属性を用いることで解決に導く。この解決方法においては、次章において述べる。

3. グループ管理者の権限移譲

本章においては、2.5.1 項で定義した「公式グループ」に対して、グループの継続性を確保するため、グループ管理者の権限移譲を用いて実装するための要件を述べる。

3.1 グループ管理者

グループ管理者はグループを管理する人である。グループの継続性を確保できるよう複数名設定可能とする。グループ管理者を複数設定する際、実用と照らし合わせると、多忙な教授がグループ管理者となりグループ管理の責任は王が、実際は秘書や学生が管理を行う場合も考えられる。そのため、全てのグループ管理者に同じ権限を与えないようグループ管理者に対する権限付けが必要になる。そこで、グループ管理者を「主グループ管理者」と「副グループ管理者」に分けそれぞれ以下のように権限を設定する。

- 主グループ管理者
 - ✓ グループの作成、削除
 - ✓ メンバの管理
 - ✓ 副グループ管理者の設定
- 副グループ管理者
 - ✓ メンバ管理

原則的に主グループ管理者が該当グループの責任者となるため、できる限り主グループ管理者が不在にならないようにする。そしてシステム管理者やグループ管理者に管理の負担が軽減できる仕組みとしなければならない。

主・副グループ管理者を個々に登録する場合、副グループ管理者交代時の作業負担や作業漏れ発生の可能性がある。それに対して、役職アカウントを用いればスムーズに交代可能であるが、役職アカウントは個人を特定できないため悪用の可能性が上がる。役職アカウントに代わるものとしてグループが考えられるが、グループを用いるとグループ管理者のグループとグループ内でループが発生する可能性も発生する。そこで、本研究においては、ユーザ属性に含まれる役職などの属性を用いて管理することで解決を行う。

本研究の提案は、公式グループの継続性を確保するためのものであるが、組織改編などにより指定していたユーザ属性の値がなくなりグループ管理者が不在になる可能性も考慮し、公式グループにおいては、主グループ管理者不在時にはシステム管理者にアラートを上げる。

3.2 グループとグループ管理者

3.1 項を元に、公式グループと一般グループに対するグループ管理者の操作について述べる。

- 公式グループ：継続性の確保が必要
 - ・ 初回の主グループ管理者はシステム管理者が登録
 - ・ 主グループ管理者は副グループ管理者を追加
 - ・ 主・副グループ管理者はユーザ属性でも定義可能
 - ・ 効果：
 - 主グループを属性で定義する場合、異動などがあっても属性を満たす人がいる限り主グループ管理者は不在にならない
 - 異動時にユーザ属性の更新が正しく行われれば主・副グループ管理者変更に関する作業は不要
- 一般グループ：継続性の確保が不要
 - ・ 一般ユーザが自由に主・副グループ管理者になる
 - ・ 主グループ管理者は副グループ管理者を個々に追加
 - ・ 主・副グループ管理者に異動が予定されているときは後任者を主または副グループ管理者として追加
 - ・ 効果：
 - 主グループ管理者が不在になったグループは自動的に削除
 - 不要になったグループがいつまでも残らない

3.3 グループ管理者の操作

グループ管理者に対する操作として必要な操作は以下とする。グループ管理者を個々に設定する場合は、個々のユーザの ID を指定するが、ユーザ属性を使って定義する場合、条件式を指定する。

- グループ管理者に対する操作
 - 1 主グループ管理者の登録（グループ作成時）
 - 2 副グループ管理者の追加/削除
 - 3 主グループ管理者の削除（グループ削除時）

また、グループ管理者参照時に必要な操作を以下とする。公式グループにおいては、主グループ管理者不在時にも一定期間はグループ継続性を保つこととするが、グループ管理者の存在確認やトラブル時などに連絡が取れるよう、グループ管理者リストを把握できる状態にしておく必要があると考える。

- グループ管理者参照時に必要な操作
 - ・ グループ管理者のメンバ数確認
 - ・ グループ管理者のメンバリストの参照
 - ・ ユーザに対するグループ管理者としての登録確認

ユーザ属性の変更は、実運用と照らし合せると1日に何度も行われたい。そのため主グループ管理者の不在確認は1日に1度程度でよいと考える。ただし、ユーザ属性の変更によりグループ管理者でなくなったユーザに対しては、セキュリティ面の観点から考えると、グループ管理者リストから即時に削除することが望ましいと考える。

これらを速やかに実現するためには、グループ管理者を個々に管理する場合だけでなくユーザ属性により定義する場合にも、グループ作成時にグループ管理者のリストを格納する必要がある。また、グループ管理者になっているユーザは、ユーザ属性の変更によりグループ管理者でなくなる場合があるため、その際にグループ管理者から即時に削除できるよう、ユーザ属性の中にグループ管理者であることの情報を格納できるデータ構造にすることが望ましい。

4. グループ管理者権限移譲の実装

4.1 実装するシステムの概要

本稿で前提とするグループの用途は Web サービスのアクセス制限とすることし、統合認証基盤の認証サーバは、LDAP で構築されていることが多いことより、本稿では、LDAP の Proxy を用いる 15)。また、ユーザ属性はグループ管理システムで管理するのではなく、管理の負担軽減のため、別途中央などで管理されているサーバの属性を使用する。本研究では、認証サーバに格納されている属性を用いて同期し使用する 16) (図 2)。

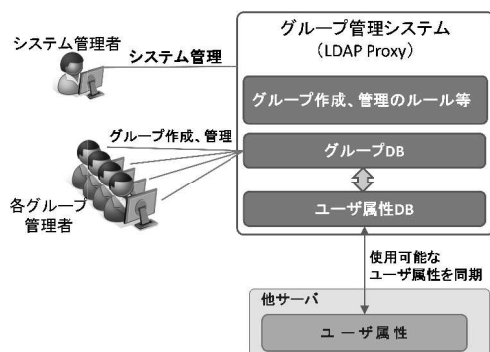


図 2 グループ管理システムとユーザ属性データの連携

4.2 グループDB とユーザ属性DB

グループ管理システムに格納するグループDBには、グループのメンバリストやメンバ管理方法だけでなく、グループ管理者リストも格納する。ユーザ属性DBには、統合ID や所属や身分などの他、参加するグループのリスト、主・副グループ管理者になっているグループのリストを格納する。ユーザ属性DBには、認証サーバからのデータだけでなく、所属グループ名、正・副グループの管理者となっている場合はそのグループ名も格納する(表 3)。

表 3 ユーザ属性DBの例

格納情報	データ例	備考
氏名	A 子	認証サーバから受領
統合 ID	userA	認証サーバから受領
所属 1	工学部	認証サーバから受領
所属 2	情報科	認証サーバから受領
身分 1	教授	認証サーバから受領
身分 2(役職)	学部長	認証サーバから受領
性別	女性	認証サーバから受領
所属グループリスト	groupAA	グループ作成時に追加
主グループ管理者リスト	groupAA	主グループ管理者になる度に時に追加
副グループ管理者リスト	groupCC	副グループ管理者になる度に時に追加

4.3 グループ管理者の具体的な動き

公式グループのグループ管理者をユーザ属性から導く場合のグループ管理者のシステム上での動きを以下に述べる。ここで述べるグループ管理者は、3.1 項の主グループ管理者とし、副グループ管理者が必要な場合は、主グループ管理者が以下の操作を行う。

- グループ管理者登録時の動き
 - 1) システム管理者がグループを作成
 - 2) システム管理者がグループ管理者を指定ための条件式を登録
 - 3) 2)の条件式から導かれたグループ管理者リストをグループDBに登録
 - 4) グループ管理者リストはユーザ属性変更により自動で更新
- グループ管理者のユーザ属性変更時の動き
 - 1) 各ユーザの属性DBのグループ管理者リストを確認
 - 2) 1)に該当すれば、該当グループIDに対するグループ管理者条件式を確認
 - 3) 条件に合致しなくなった場合、グループDBのグループ管理者リストから削除
 - 4) ユーザの属性DBのグループ管理者リストから該当グループIDを削除
 - 5) 全グループに対するグループ管理者の条件式確認
 - 6) グループ管理者の条件式が合致した場合は、グループDBのグループ管理者リストに追加
 - 7) ユーザ属性DBの所属グループリストを更新

グループ管理者が不在の場合はシステム管理者にアラートを上げるが、グループ管理者の不在確認はユーザ属性変更やユーザ削除の都度行うのではなく、1日に1度程度

とする。変更時のタイミングによりグループ管理者が不在になる可能性があるため、1日の全ての処理が終わった後など定期的に確認を行う。

5. 評価

本研究で提案する仕組みを使うことより、先行研究では想定されていなかった公式グループに対してグループ継続性の確保ができるようになる。また、グループ管理者をユーザ属性による管理ができるようになることより、グループ管理者の権限移譲がスムーズに行えるようになる。

これまでの仕組みであれば、例えば予算管理の業務システムの認可にグループを用いる場合、グループ管理者の不在に伴いグループが削除する都度、システム管理者の個別対応が必要であった。しかし、本研究の仕組みを用いることで、グループがいきなり削除される可能性がかなり低くなり、システム管理者の負担が大幅に軽減される。

また、これまでの仕組みでは、例えばAさんが複数のグループ管理者になっていたが、Aさんの所属変更によりBさんにグループ管理者を引き継ぐ場合、Aさんがグループ管理者になっていた全てのグループに対してAさんからBさんへ変更する作業を個々に行う必要があり、作業漏れの可能性もあった。しかし、本研究の仕組みを用いることで、ユーザ属性の変更に応じて、グループ管理者がAさんからBさんに自動で変更されることになり、グループ管理者の管理負担も軽減される。

これらより、本研究で提案する仕組みは、これまでの仕組みに比べて、グループの継続性を保つだけでなく、グループ管理者の権限移譲を行うことにより、システム管理者とグループ管理者の管理の負担の削減につながり、運用におけるコスト削減にもつながることが期待できる。

6. まとめ

本研究では、グループ管理の仕組みにおいて、これまで不足していたグループの継続性に対して、実運用と照らし合せ効率的な仕組みの提案を行った。

グループの継続性の確保に対して、継続が必要な業務棟で使用するグループを「公式グループ」、それ以外の全般的にある程度の自由度の確保が必要なグループを「一般グループ」として定義づけを行った。公式グループにおいては、グループの継続性を確保できるよう、効率よくグループ管理者の権限移譲ができる仕組みの提案を行った。

これまでの仕組みでは、グループ管理の権限を、システム管理者からグループ管理者に委譲していただけであったが、本研究で提案する仕組みを用いることで、さらに、グループ管理者からグループ管理者に対する権限の委譲がスムーズに行えるようになる。

本研究に対する実装は、現時点では本稿で提案する設計思想に基づき、実装を進めている段階である。

また、現段階における実装では、グループ管理の対象範囲が組織内に限定しているが、将来的には組織間連携においても本研究で提案する仕組みを応用できるように進めていく予定である。

謝辞 本研究におけるシステム開発にご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 江原康生「大阪大学における新全学 IT 認証基盤システムの構築と運用」電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J95-D, No. 5, 1172-1182, 2012
- 2) 飯田勝吉, 新里卓史, 伊東利哉, 渡辺治「キャンパス共通認証認可システムの構築と運用」電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J92-B No. 10 pp. 1554-1565, 2009
- 3) 小林信博, 中川路 哲男「認証・認可情報流通基盤について」情報処理学会研究報告, CSEC [コンピュータセキュリティ] 2003(45), 29-34, 2003
- 4) 島岡政基, 片岡俊幸, 谷本茂明, 西村健, 山地一禎, 中村素典, 曾根原登, 岡部寿男「大学間連携のための全国共同認証基盤 UPKI のアーキテクチャ設計」, 電子情報通信学会論文誌. B, 通信 J94-B(10), 1246-1260, 2011
- 5) 只木進一, 江藤博文, 大谷誠, 渡辺健次「認証基盤の効率化と「学認」への対応」, 電子情報通信学会技術研究報告. ICM, 情報通信マネジメント 112(22), 45-50, 2012
- 6) 清水 さや子, 戸田 勝善, 岡部 寿男「統合 ID と属性を用いたグループの体系化」マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2014) シンポジウム 3G-4, 2014
- 7) 平岩真一「グループ管理支援システムの構築」, マルチメディア通信と分散処理 63-21 グループウェア 5-21, 157-164, 1994
- 8) Internet2 「Grouper」
<http://www.internet2.edu/products-services/trust-identity-middleware/grouper/> last visited January. 10, 2015.
- 9) Grouper Wiki Home
<https://spaces.internet2.edu/display/Grouper/Grouper+Wiki+Home> last visited January. 10, 2015.
- 10) 清水 さや子, 戸田 勝善, 岡部 寿男「管理権限を一般ユーザにも移譲できるグループ管理システム」情報処理学会インターネットと運用技術研究会, Vol. 2014, IOT27, No. 18, p. 1-6
- 11) Facebook <https://www.facebook.com/> last visited January. 10, 2015.
- 12) <http://buffalo.jp/products/catalog/storage/> last visited January. 10, 2015.
- 13) OpenLdap <http://www.openldap.org/> last visited January. 10, 2015.
- 14) Microsoft 「Active Directory 技術情報」
<http://technet.microsoft.com/ja-jp/windowsserver/bb466131.aspx> last visited January. 10, 2015.
- 15) The Proxy Cache Engine – Open LDAP
<http://www.openldap.org/doc/admin23/proxycache.html> last visited January. 10, 2015.
- 16) Dr. Dobb's Journal The Open LDAP Perl Backend
<http://www.drdobbs.com/the-openldap-perl-backend/199102060> last visited January. 10, 2015.
- 17) Apache <https://httpd.apache.org/> last visited January. 10, 2015.