

サービス指向集合知のための制度設計

石田 亨^{†a)} 村上 陽平^{††}

Institutional Design for Service-Oriented Collective Intelligence

Toru ISHIDA^{†a)} and Yohei MURAKAMI^{††}

あらまし Wikipedia などの集合知を形成する取組みが、Web 上での知識の集積に大きく寄与し始めている。現在進んでいる集合知の形成が、文章、写真、動画などを組み上げていくコンテンツ指向の集合知であるのに対し、本論文で扱うのはサービスを組み上げるサービス指向の集合知である。サービス指向の集合知は、これまでいくつか試みられているが、Wikipedia のような典型的な成功例はまだ現れていない。本論文では Web サービスを要素として集合知を形成する枠組みをサービスグリッドと呼び、大学や研究機関などの非営利組織を中心とする公共的なサービスグリッドの制度設計を試みる。特に、サービス提供者、サービス利用者、サービスグリッド運営者という 3 種のステークホルダーの立場から、それぞれ (1) 知的財産権、(2) 応用システム、(3) 連邦制運営について議論を深める。

キーワード 集合知、サービス指向、制度設計、サービスグリッド、言語グリッド

1. ま え が き

クラウドコンピューティングなどのように、サービスを世界規模で集積し実行する計算環境が整いつつある。しかしながらサービス指向のアプローチの課題は、大規模な計算環境のみにあるのではない。スケールアップを可能とする計算環境を前提として、どのようにサービスを集積し、利用し、組み合わせる新たなサービスを生み出していくのかという制度設計も重要な課題である [10]。

また Wikipedia のように、世界規模で集合知を形成する取組みが人類の知識基盤を生み出している。現在進んでいる集合知の形成が、文章、写真、動画などを組み上げていくコンテンツ指向の集合知であるのに対し、本論文で扱うのは、情報検索や機械翻訳などのサービスを組み上げるサービス指向の集合知である。以下では、Web サービスを要素として集合知を形成する枠組

みを「サービスグリッド」と呼び、大学や研究機関などの非営利組織を中心とする公共的なサービスグリッドの制度設計を試みる^(注1)。

サービスグリッドの制度を構成するのは、サービスの提供者、サービスの利用者、そしてサービスグリッドの運営者である。それぞれの立場に対する制度設計上の課題と、本論文で提案する主な方針を以下に述べる。

(a) サービス提供者に対しては、知的財産権をいかに守り、サービスを提供するインセンティブを高めるかが課題となる。そのために、サービスの利用目的に応じてサービス提供者の権利を最大限に尊重する方式を検討する。

(b) サービス利用者に対しては、様々な利用形態をいかに認め、サービスを利用するインセンティブを高めるかが課題となる。そのために、提供されるサービスを用いて多様な応用システムの運営を可能とする方式を検討する。

(c) サービスグリッド運営者に対しては、その負荷を軽減し、世界規模のサービスグリッドをいかに形成可能とするかが課題となる。そのために、複数の運営者が

[†] 京都大学情報学研究科社会情報学専攻, 京都市
Department of Social Informatics, Kyoto University,
Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto-shi, 606-8501 Japan

^{††} (独) 情報通信研究機構言語グリッドプロジェクト, 京都府
National Institute of Information and Communications
Technology, Language Grid Project, 3-5 Hikari-dai, Seika-
cho, Soraku-gun, Kyoto-fu, 619-0289 Japan

a) E-mail: ishida@i.kyoto-u.ac.jp

(注1): サービスグリッドという用語は、従来から、サービス提供者の課す制約の範囲で、サービス利用者のコミュニティの要求を満たすようサービス合成が行われる枠組みの総称として用いられている [2], [8]。

P2P 型で連携し連邦制の運営を行う方式を検討する。筆者らは実際にサービスグリッドのための基盤ソフトウェアを開発し、言語サービスを集積する「言語グリッド」を運営してきた [5]。本論文で行う制度設計は、言語グリッドの制度そのものではないが、言語グリッドの運営経験から得られた多くの知見に基づいている。

2. サービス指向の集合知

まず、サービス指向の集合知に関するこれまでの研究を概観する。Fitzsimmons らはサービスを「共同生産者であるサービス利用者のために行われる保存できない無形の行為」と定義している [1]。また Gronroos らはサービスを「サービス利用者の問題に対する解決策として提供される」ものとし、「サービス利用者とサービス提供者間のインタラクションに基づく一連の無形の行為」と定義している [3]。どちらの定義でもサービス提供者とサービス利用者のインタラクションが重要な役割を占めている。サービス指向の集合知を目標とするのであれば、制度設計に際し、この両者の立場を十分に考慮する必要がある。

サービス提供者は、図 1 に示すように、所有する技術や資源を運用しながら、契約や SLA (Service Level Agreement) に従ってサービス利用者からのサービス要求にこたえる。このとき、サービス利用者に特化したサービスを提供するには、サービス利用者との緊密なインタラクションが必要となる [11]。

また、サービスは、Web というネットワークメディアの登場により、その性質に変化が生じている。Web サービスは、提供者が物理的な制約を受けにくくなるとともに、人を介さないためその品質が均質化される [7]^(注2)。こうした Web サービスの運用モデルには、ホスト型サービスモデルやオンラインブローカーなどがあり、複数のサービス提供者による疎結合かつ再構成可能なサービスの提供を可能としている。多くの運用モデルは、サービス利用者が不正にサービスを利用

することのないよう、サービス提供者によるアクセス制御を可能としている。一方、サービス利用者は Web サービスを実行するための情報システムを自分たちで運用し続ける責任から解放され、本来の業務に集中できる。こうした Web サービス技術 (SOAP, WSDL, UDDI, WS-BPEL) はオープンスタンダードな規格として公開されている [15]。

3. 制度設計の準備

3.1 ステークホルダー

本論文で扱うサービスグリッドのステークホルダー (利害関係者) について以下にまとめる。単純化のために、主要なステークホルダーは以下の三者とする。

(a) 「サービス提供者」はサービスグリッドに対して各種のサービスを提供する。

(b) 「サービス利用者」はサービスグリッドに提供されたサービスを呼び出して利用する。

(c) 「サービスグリッド運営者」はサービス提供者からサービスの提供を受け、そうしたサービスをサービス利用者へ供する。

なお、サービス提供者とサービス利用者を「サービスグリッド利用者」と総称する。実際、サービスグリッド利用者は、サービス提供者とサービス利用者の両方の立場をとることができる。サービスグリッド運営者の果たす役割は、サービスグリッド利用者の間 (典型的にはサービス提供者とサービス利用者の間) に立って、サービスの提供と利用を促進することにある。以下では、サービスグリッド運営者とサービスグリッド利用者の契約という観点から制度設計を進める。

3.2 サービスと資源

本論文で扱うサービスは、「原子サービス」(atomic service) と「複合サービス」(composite service) に分かれる。原子サービスはサービスグリッド利用者からの資源へのアクセスを可能とする Web サービスをいう。ここで「資源」とは、サービスグリッドによって共有されるデータ、ソフトウェアや人的資源をいう。一方、複合サービスは、単数あるいは複数の原子サービスを呼び出す手続き (以下、「ワークフロー」) により実現される Web サービスをいう。

ところでサービスや資源の知的財産権に関しては、

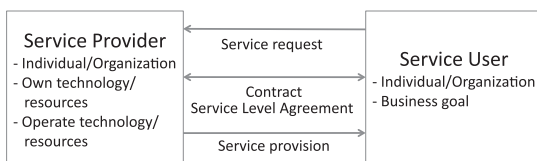


図 1 サービスの定義

Fig. 1 Definition of service.

(注2): こうしたサービスを科学の対象とし、社会科学、経営管理、工学との学際分野として SSME (Service Science, Management and Engineering 略して Service Science) が提唱され、多くの文献が出版されている [4], [9], [13], [14]。

運営者が統一的なライセンスを示し、それに合意した利用者がサービスを登録することが考えられる。しかし統一的なライセンスは、サービスグリッドの運営を単純化し、その拡大を促進する一方で、サービス提供者にインセンティブを失わせる可能性がある。そこで以下では、多様なサービス提供者の立場を認めることとし、運営者が統一的なライセンスを課すことを制度設計の前提としない。

なお、本論文で議論するサービスグリッドの運営は、大学や研究機関などの非営利組織が中心となり、公共の場で行うことを想定している。企業内のサービスグリッドのように、サービス提供者とサービス利用者のインセンティブを完全にあるいは部分的に制御できる状況は前提としない。

4. サービスの提供

4.1 サービス利用目的の分類

サービス提供者の立場を考えると、自らの知的財産を守るために、サービス利用者の利用目的に関心をもつのは当然である。実際、研究機関や公的機関のホームページ上には、提供するサービスの利用を「非営利あるいは研究目的に限る」と明示していることも多い。そこで、こうしたサービス提供者の関心を反映するために、サービスの利用目的を以下の3種に分類し、その利用範囲を選択することを可能とする。

(a) 「非営利目的での利用」とは、(i) 公的機関や非営利組織の本来業務のための利用または、(ii) 公的機関や非営利組織以外の企業・団体の CSR (corporate social responsibility) 活動のための利用をいう。

(b) 「研究目的での利用」とは、各種研究のための利用で、営利的収益に直接的に寄与しないものをいう。

(c) 「営利目的での利用」とは、非営利目的または研究目的での利用以外の利用で、直接的または間接的に営利的収益に寄与するものをいう。

公的機関や非営利組織の本来業務以外の業務を非営利目的での利用から除外するのは、活動資金確保のための活動でのサービス利用を認めないためである。一方、企業の CSR 活動を非営利目的での利用に含めるのは、こうした活動が公的機関や非営利組織の本来業務と連携して行われることが多いためである。

上記の分類は、組織による利用に限らず、個人による利用にも適用できる。しかし、個人利用が私的な利用のみを意味する場合には、個人利用を非営利目的での利用として扱うこともできる。

4.2 サービスの登録

サービス提供者は、自らのサービスをサービスグリッドに登録するとき、提供する資源の著作権及びその他の知的財産権の所在にかかわる情報（第三者から使用許諾を受けているのであればその旨を含む）を明示する必要がある。またサービス提供者は、登録した資源をサービス提供者が保有しているか、第三者に提供可能なものとして管理していることを保証する必要がある。これはサービス利用者が、誤ってサービス提供者や第三者の知的財産権を侵害することを防ぐためである。

では、サービスの登録や維持はだれによって行われるべきだろうか。集合知の形成がサービス提供者によって自律的に行われるという前提に立てば、提供する資源の維持、資源を原子サービスとするラッピング作業、提供するサービスの維持、提供するサービスとサービスグリッドとの接続の維持は、サービス提供者が行うものとせざるを得ない。一方、サービスの品質と安全性を重視する立場からは、サービスの登録や維持は、運営者によってあるいは運営者の承諾を得て行われるべきである。したがって、サービスの登録や維持をだれが行うべきかについては、サービス提供者の自律的活動とサービスグリッドの品質や安全性とのトレードオフを検討して決める必要がある。

同様に、サービスの登録解除についても、サービス提供者に任せるのか、サービス利用者の利便性を重視し登録解除に制約を設けるのかを検討する必要がある。サービスグリッドの品質と安全性を重視する立場に立てば、少なくとも緊急時には運営者によってサービスの登録解除が行える必要がある。

4.3 サービス利用の制御

サービス提供者の立場からは、提供するサービスの利用条件を定める自由度があることが望ましい。例えば、以下のような利用条件が考えられる。

- (a) サービス利用者の制限
- (b) サービスの利用目的の制限
- (c) サービスを利用する応用システムの制限
- (d) サービスへのアクセス回数やダウンロードされるデータ量の制限

サービス利用者は、サービスグリッドに登録されたサービスを、サービス提供者が指定する利用条件の範囲内で利用できる。このため、サービスの利用時には、利用目的が非営利目的、研究目的または営利目的のいずれであるかを指定する必要がある。例えば、サービ

ス提供者がサービスを別途自治体などに販売している場合には、サービスグリッドを通じた非営利利用を認めたくないとも考えるかもしれない。

一般にサービス利用条件のきめ細かな設定を可能とすることは、サービス提供者の満足度を増す一方で、そうした制限を順守することをサービス利用者に求めることを意味する。その結果、サービス利用者が利用条件に違反しないことを保証する技術的手段の提供が運営者に求められることになる。更に複合サービスの利用に際しては、構成要素であるすべての原子サービスの利用条件が満足されなければならない。これを自動的に保証しようとする、サービスグリッドの機能は高度で複雑なものとなる。したがって、サービス提供者の権利行使の自由度と、サービス利用者の利便性や運営者の負担との間のトレードオフを検討する必要がある。

5. サービスの利用

5.1 応用システムを介したサービスの利用

サービスグリッドの利用が個人利用でない場合には、サービス利用者は何らかの応用システムを通じて、サービスを更に広い範囲の利用者に提供することが多い。ここで「応用システム」とは、図2に示すように、サービス利用者が自ら運営するシステムで、サービスグリッドのIDやパスワードを知らなくても、当該応用システムの利用者が間接的にサービスグリッドを利用することができるものをいう。このような場合、サービス利用者は応用システム利用者に、応用システムの実現に用いられるサービスの利用条件を遵守させる責任が生じる。

5.2 応用システムの運営方式

サービス利用者が運営する応用システムには様々なものが考えられる。Webを介して不特定多数の応用システム利用者にサービスを提供するものや、受付窓口などの特定の端末でサービスを提供するものなどがある。本論文では、応用システムがサービスの利用をどのように制御できるかに着目し、応用システムの運営を、クライアント制御下とサーバ制御下の運営に分類する。

(a) 「クライアント制御下」とは、応用システム利用者がサービス利用者の制御下にある場合をいう。すなわち、応用システム利用者の端末機器がサービス利用者の制御下にある場合か、応用システム利用者をサービス利用者が特定できる場合をいう。いずれの場合も、サービス利用者が各端末機器の、あるいは各応用システム利用者の利用状況を常時把握でき、かつ必要に応じて端末機器あるいは応用システム利用者を特定して、その利用を随時停止できる権限を保持していることが求められる。

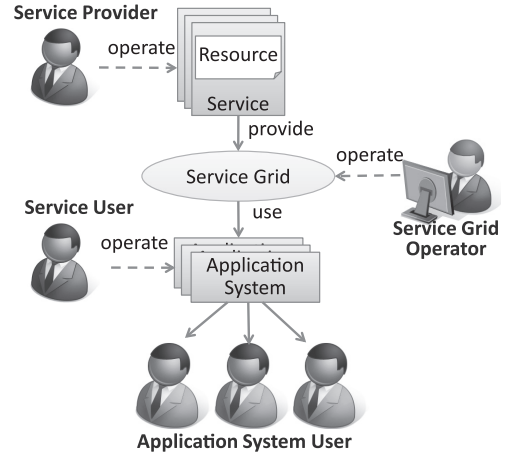


図2 応用システムを介したサービスの利用
Fig. 2 Service usage through application system.

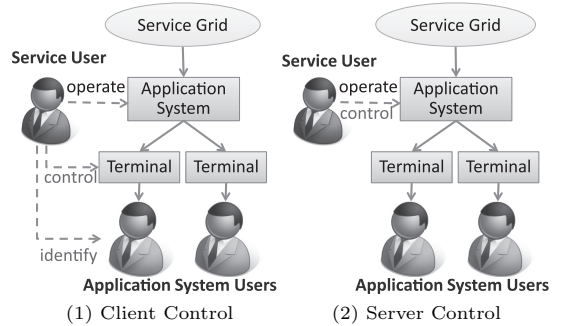


図3 応用システムの運営方式
Fig. 3 Operation type of application system.

(b) 「サーバ制御下」とは、応用システム利用者がサービス利用者の制御下にはないが、応用システムを稼働させるためのサーバがサービス利用者の制御下にある場合をいう。この場合には、サービス利用者が応用システムのサーバの利用状況を把握でき、かつ必要に応じて応用システムのサーバを随時停止させる権限を保持していることが求められる。

応用システムの運営方式を図3に示す。例えばWebを介してサービスを提供する応用システムは、応用システム利用者が各々自宅から認証なしで利用できるとすれば、クライアント制御下で運営されているとはい

えない。しかし、その Web サーバをサービス利用者が管理していれば、サーバ制御下で運営されているといえる。一方、受付窓口の端末でサービスを提供する応用システムは、その端末がサービス利用者によって管理されていれば、クライアント制御下での運営に分類される。

こうした分類を行うのは、サービス利用者による応用システムの開発を許容するとともに、サービス提供者がサービスの提供範囲を適切に選択できるようにするためである。例えば、別途自治体にサービスを販売しているサービス提供者は、病院窓口での患者へのサービスの提供（クライアント制御下の運営）に異存がない場合でも、自治体の Web 上で市民へサービスを提供すること（サーバ制御下の運営）には難色を示すことがある。このような場合、サービス提供者は応用システムの運営方式をサービス利用条件に指定することによって、サービスの提供範囲を制限する。一方、サービス利用者は、それぞれの運営方式で利用が許可されたサービスのみを用いて応用システムを構築する。

5.3 サービス提供者へのリターン

サービス提供者がサービスを提供するインセンティブはどこからくるのだろうか。サービス提供者が有償でサービスを提供する場合には、サービス利用者と別途契約して、有償でサービスを利用させることができる。このとき、運営者は契約内容に關与する必要はない。

サービス提供者が無償でサービスを提供する場合には、サービスグリッド運営者に求められるものは、サービス提供者にサービスの利用統計情報を提供することである。この利用統計情報は、どのサービス利用者がどのようなサービスをどの程度利用しているかを示すものである。こうした情報は、サービス提供者とサービス利用者とのインタラクションを刺激する。ただし、利用統計情報には、通信内容や通信当事者に関する個人情報を含むべきではない。サービス提供者が利用統計情報以外の情報の取得を望む場合には、別途サービス利用者と情報の提供について契約を締結する。このとき、サービスグリッド運営者はこうした契約に關与する必要はない。

6. サービスグリッドの運営

大学や研究機関などの非営利組織を中心とするサービスグリッドが世界的な広がりを見せるためには、複数の運営者の連携が求められる。これを「連邦制の運営」と呼ぶ。連邦制の運営が必要となる理由は、運営

者が管理できるサービスグリッド利用者の数に限りがあるからだけではない。運営者がコミュニケーションを行えるサービスグリッド利用者の範囲に地理的あるいは専門的な観点からの局所性があるからである。

連邦制の運営には二つの方式が考えられる。第 1 は集権的な方式で、運営者を構成員とする連邦組織を別途構成し、合意に基づいてサービスグリッド間の連携の仕組みを決定していく。この方式は、合意により連携のあり方を柔軟に決定できるが、連邦組織の維持には多大な労力を要する。第 2 は分権的な方式で、サービスグリッド利用者が、同一の覚書を用いて別のサービスグリッドの運営者となることを許す。この方式は、運営者が P2P 型のネットワークを構成することを促すものである。連携の仕組みはあらかじめ共通に用いる覚書により定められているが、連邦組織のネットワーク形成は柔軟で、その維持も容易である。以下では、大学や研究機関などの非営利組織に向くと思われる、分権的な連邦制の運営方式を詳しく述べる。

「連携運営者」とは、同一の覚書を用いて別途自らサービスグリッドを運営しているサービスグリッド利用者をいう。また「連携利用者」とは、同一の覚書を用いて連携運営者が運営するサービスグリッドの利用許諾を受けているものをいう。このとき連携利用者が、図 4 に示すように、連携運営者がサービスグリッド利用者として参加しているサービスグリッドを利用でき

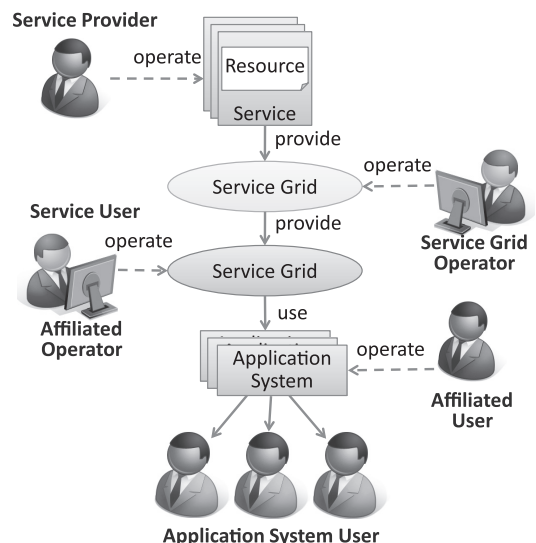


図 4 連邦制によるサービスグリッドの運用
Fig. 4 Federated operation of service grid.

るというのが連邦制のアイデアである。ただし、その場合にも、サービス提供者が連携利用者に利用許諾をするか否かの選択をする権限は継承される。

一般に二つのサービスグリッドが対等の関係で連携するには、双方の運営者が各々相手方のサービスグリッド利用者となり覚書を締結すればよい。こうした双方向の連携は、同種のサービスグリッドが地理的な制約を超えてネットワークを形成していくのに適している。

しかしながら、一方向の連携が意味をもつこともある。例えば、一方が基盤的なサービスを提供するグリッドで、他方が応用的なサービスを提供するグリッドの場合には、後者が前者のサービスグリッドの利用者となればよい。このような一方向の連携は、異種のサービスグリッド間で機能的な補完をする場合に適している。

異なるサービスグリッドが同一の覚書を用いることが困難な場合もある。特に問題となるのは準拠法である。国際的な連携では、ニューヨーク州法など特定の法令を準拠法と定めることも考えられるが、運営者はそれぞれが所在する地の法令を準拠法とすることを望むかもしれない。そのような場合には、運営者ごとに準拠法を除いて同一の覚書を作成することになる。このような場合には、サービス提供者は、連携利用者が異なる準拠法のもとでサービスを利用することを理解しておく必要がある。

7. 言語グリッドの運営

7.1 言語資源のサービスグリッド

本論文の議論の下敷きとなった言語グリッドは言語資源を対象としたサービスグリッドである。その構想は2005年を通じて行われ、2006年4月にプロジェクトが発足した。サービスグリッドを構成する基盤ソフトウェアは(独)情報通信研究機構で開発され公開されている。

言語グリッドの制度設計で重要だったのは、様々な異なるインセンティブをもつサービス提供者への対応である。言語サービスの特徴は、多くの有償サービスが既に存在することである。サービス提供者が対価を受けることを認めなければ、サービス利用者が満足するサービスグリッドを実現できない。既に存在する辞書や言語処理ソフトウェアのライセンスも様々なので、運営者が一律にライセンスを定めることは難しい。言語資源を開発している研究機関の多くは、研究利用

であれば言語資源を提供してくれる。しかし、非営利組織の本来業務での利用となると、だれが、いつ、どの程度、言語資源を使っているかをモニタできることが提供の条件となると知らされた。こうした経験が、4.のサービス提供者に関する知的財産権を重視した制度設計の背景となっている。

サービス利用者は、こうして提供された言語資源を様々な活動の場で利用することを望んでいる。外国人生徒の多い学校などでは、多数の生徒や保護者が言語サービスを利用することになる。学校がIDを管理することを条件に、多人数でのサービスの利用を認める必要がある。一方、病院の窓口では、来訪する不特定多数の患者にIDを発行することは難しい。利用端末を限定する方が現実的である。このように、言語資源の不正利用が行われないよう注意を払いつつも、サービス利用者のおかれた環境で、多数の人々が言語資源を利用できるように制度を設計する必要がある。5.に示したように、サービス利用者に関して、応用システムに注目して制度設計を行ったのはこのためである。

筆者らが考案した言語グリッドの運営モデルは、世界各地の研究機関やNPOなどの利用グループの意向を反映したものである[6]。運営モデルの策定は言語グリッドの基盤ソフトウェアの開発と並行して行われたが、運営モデルの合意には半年以上を要した。運営モデルを実現するために、基盤ソフトウェアが開発されたといっても過言ではない。言語グリッドの非営利運営は、京都大学社会情報学専攻で2007年12月から行われている。合意の上での運営開始であったために、2年後の2009年12月には、17か国118グループの参加を得ている。制度設計を十分に行わずに言語グリッドの開発をしていれば、このような結果は得られなかっただろう。

言語グリッドに登録された言語資源は原子サービスとして公開され、原子サービスを組み合わせた複合サービスも、そのワークフローが公開されている。現在60以上のサービスが登録され、Googleなどの企業も機械翻訳などのサービスを提供している。言語グリッドへのサービスの登録や、利用頻度を計測するソフトウェアはサービスマネージャと呼ばれ、言語グリッドを常時モニタしている。

7.2 連邦制のサービスグリッドへ

言語グリッドの2年あまりの運営経験から様々な知見が得られた。連邦制運営の重要性を認識したこともその一つである。いかに国際的な活動であることを意

識しても、運営者の近くから参加者が増えていく。運営者が日本にいるために、言語グリッド利用者の70～80%が日本のグループである。しかし、局所性は地域性にとどまらない。運営者が大学であるために、サービスグリッド利用者の70～80%が大学や研究機関で占められている。こうした事実は、言語グリッドの運営者が世界中に、また様々な機関に分散し連携する必要があることを示している。6.の連邦制の提案はこの経験に基づいている。実際、2010年4月からタイの国立研究所が新たな運営者となり、日本と連携して連邦制の運営が開始される予定である。

上記は同種のサービスグリッドの連邦制に関するものだが、異種のサービスグリッド間の連携の重要性も認識する機会を得た。文献[12]は清華大学のスマートクラスルームと言語グリッドの共同研究の成果である。清華大学のスマートクラスルームをWebサービスの集合として作成し直すことにより、容易に言語グリッドと接続することが可能となった。その結果、多言語で複数の国をつなぐオープンスマートクラスルームを容易に生み出すことができた。サービスグリッドは同種のサービスを集積していくことが多いと思われるだけに、異種サービスグリッド間の連携は重要である。言語グリッドの基盤ソフトウェアは、言語サービスに特化されていないため、連邦制運営の導入によって、異種サービスグリッド間の連携にも適用することができる。

8. む す び

本論文では、Webサービスを要素として集合知を形成する枠組みをサービスグリッドと呼び、大学や研究機関などの非営利組織を中心とする公共的なサービスグリッドの制度設計を試みた。サービスグリッドを構成するサービスの提供者、サービスの利用者、サービスグリッド運営者の立場に立った仕組みとして、それぞれ以下を提案した。

(a) サービス提供者の知的財産権を守るために、サービスの利用目的を非営利利用、研究利用、営利利用に分類定義し、サービス提供者の権利を尊重するよう、利用目的ごとに利用条件を定めることを可能とした。

(b) サービス利用者による応用システムの運営を、クライアント制御下あるいはサーバ制御下の運営に分類定義し、サービス利用者の活動を支える様々な応用システムでのサービス利用を可能にした。

(c) サービスグリッド運営者の負担を減らし、か

つ世界規模の連携を実現するために、連携運営者と連携利用者の概念を導入し、P2P型の連邦制運営を可能とした。

本論文の提案は、筆者らの2年間に及ぶサービスグリッドの運営経験に基づいている。こうした経験の共有が、制度設計の知見の蓄積を促し、サービス指向の集合知の発展に寄与することを願っている。

謝辞 執筆の機会を頂いた喜連川優先生並びに特集号編集委員会の皆さまに感謝します。また、連邦制運営の制度設計に協力頂いた川内康雄弁護士と角川栄里氏、日ごろから議論頂く(独)情報通信研究機構言語グリッドプロジェクトと京都大学社会情報学専攻言語グリッド運営組織の皆さまに感謝します。

文 献

- [1] J. Fitzsimmons, *Service Management: Operations, Strategy, Information Technology*, McGraw-Hill, Irwin, 2005.
- [2] N. Furmento, W. Lee, A. Mayer, S. Newhouse, and J. Darlington, "ICENI: An open grid service architecture implemented with Jini," *International Conference on High Performance Networking and Computing*, pp.1-10, 2002.
- [3] C. Gronroos, *Service Management and Marketing: a Customer Relationship Management Approach*, John Wiley & Sons, 2000.
- [4] B. Hefley and W. Murphy eds., *Service Science, Management and Engineering*, Springer, 2008.
- [5] T. Ishida, "Language Grid: An infrastructure for intercultural collaboration," *IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet (SAINT-06)*, pp.96-100, keynote address, 2006.
- [6] T. Ishida, A. Nadamoto, Y. Murakami, R. Inaba, T. Shigenobu, S. Matsubara, H. Hattori, Y. Kubota, T. Nakaguchi, and E. Tsunokawa, "A non-profit operation model for the language grid," *International Conference on Global Interoperability for Language Resources*, pp.114-121, 2008.
- [7] 上林憲行, *サービスサイエンス入門*, オーム社, 2007.
- [8] K. Krauter, R. Buyya, and M. Maheswaran, "A taxonomy and survey of grid resource management systems for distributed computing," *Software-Practice & Experience*, vol.32, no.2, pp.135-164, 2002.
- [9] P.P. Maglio, S. Srinivasan, J.T. Kreulen, and J. Spohrer, "Service systems, service scientists, SSME, and innovation," *Commun. ACM*, vol.49, no.7, pp.81-85, July 2006.
- [10] M.P. Papazoglou, "Service-oriented computing: Concepts, characteristics and directions," *International Conference on Web Information Systems Engineering*, p.3, 2003.
- [11] J. Spohrer, P.P. Maglio, J. Bailey, and D. Grubl,

- “Steps toward a science of service systems,” *Computer*, vol.40, no.1, pp.71–77, Jan. 2007.
- [12] Y. Suo, N. Miyata, H. Morikawa, T. Ishida, and Y. Shi, “Open smart classroom: Extensible and scalable learning system in smart space using Web service technology,” *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol.21, no.6, pp.814–828, 2009.
- [13] 吉川弘之, “サービス科学概論,” *人工知能誌*, vol.23, no.6, pp.714–720, 2008.
- [14] 吉川弘之, “サービス工学序説 サービスを理論的に扱うための枠組み,” *Synthesiology*, vol.1, no.2, pp.111–122, 2008.
- [15] L.J. Zhang, J. Zhang, and H. Cai, *Services Computing*, Springer, 2007.

(平成 22 年 2 月 24 日受付)



石田 亨 (正員:フェロー)

1976 京大・工・情報工学卒。1978 同大大学院修士課程了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。現在, 情報学研究科社会情報学専攻教授, この間, ミュンヘン工科大学, パリ第六大学, メリーランド大学, 上海交通大学, 清華大学客員教授などを経験。工博。情報処理学会, IEEE 各フェロー。マルチエージェントシステム国際会議 AAMAS の第 1 回大会委員長, セマンティック Web のジャーナル *Web Semantics* の初代編集委員長を務める。デジタルシティ, 言語グリッド, 異文化コラボレーションなど情報技術と社会をつなぐ研究プロジェクトを推進。



村上 陽平

2003 京都大学大学院社会情報学専攻修士課程了。2006 同大学院社会情報学専攻博士課程了。博士(情報学)。現在,(独)情報通信研究機構研究員。本会サービスコンピューティング時限研究専門委員会委員長を務める。世界中の言語資源をインターネット上でサービスとして共有する言語グリッドプロジェクトに従事。