

情報連携メトリクスの提案

山本 修一郎

名古屋大学 情報連携統括本部 情報戦略室
〒464-8601 名古屋市千種区不老町

E-mail: syamamoto@acm.org

あらまし 情報サービスの連携を成功させるためには、情報連携の品質が重要になる。したがって、情報連携品質について明確な定義や評価基準、ならびに、その活用方法を確立する必要がある。このため、本稿では、情報連携ゴールに対する情報連携サービスの品質特性に基づく情報連携メトリクスを定式化する。情報連携ゴールについては、連携の持続性、連携の利便性、連携の安全性、連携結果の信頼性などの下位特性として分解することができる。

キーワード 情報連携サービス, 情報連携サービス品質, 情報連携, 情報品質, サービス品質, メトリクス

A Proposal on Information Collaboration Metrics

Shuichiro Yamamoto

Nagoya University, Strategy Office, Information and Communications Headquarters
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601 Japan

E-mail: syamamoto@acm.org

Abstract *The quality characteristics of information collaboration is important to the success of integrating information systems. Therefore, definitions, criteria, and methods on the information collaboration quality are necessary to develop. In this paper, information collaboration metrics are proposed based on collaboration goals. We also discuss the decomposition of the collaboration goal into several sub quality attributes, i.e., sustainability, usability, safety, and reliability.*

Keyword Information Collaboration Service, Information Collaboration Service Quality, Information Collaboration, Information Quality, Service Quality, Metrics

1 はじめに

情報連携サービスでは、異なる情報システムの情報を連携して利用できる仕組みを提供する必要がある。現状では、このような情報連携サービスは個別的に構築されているため、情報システムが変更されたり、新たに追加されるたびにその都度、再構築する必要があったり、情報連携が特定の組織の中で人手による運用で実行されていて組織全体では利用できていないなどの問題があった。

筆者は、このような情報連携サービスの持続性問題を解決するために持続的情報連携サービス分析方法論の研究を進めている[1][2][3][4][5]。本研究では、異なる組織や社会で創造・蓄積される多様な情報を利用者が柔軟に連携して活用するために持続性を考慮した情報連携サービスを分析する方法論を確立する。

これまでに、持続的情報連携サービス分析方法論のロードマップ[1]に従って、3階層情報連携アーキテク

チャ[2], 情報連携コミュニティ分析手法[3], 情報連携アーキテクチャ分析技法[4], 情報連携構造分析法[5]を提案してきた。本稿では, 情報連携メトリクスを提案する。

以下では, 2 節で本研究の位置づけを説明する。次いで 3 節で関連研究について述べる。4 節では情報連携メトリクスを情報連携サービス品質と情報連携サービス構造の観点から提案する。5 節では提案した情報連携サービス構造のメトリクスについて具体例を紹介する。最後に 6 節でまとめと今後の課題について述べる。

2 本研究の位置づけ

以下では, 情報連携メトリクスと情報連携サービス分析方法論[1]の構成要素である 3 階層情報連携アーキテクチャ[2], 情報連携コミュニティ分析手法[3], 情報連携アーキテクチャ分析技法[4], 情報連携構造分析[5]との関係について述べる。

(1) 3 階層情報連携アーキテクチャとの関係

3 階層情報連携アーキテクチャ[2]は情報連携アクタ, 情報連携基盤, 連携対象情報からなる。また情報連携条件を, 当事者間に情報連携関係が存在することとして定義した。

情報連携アーキテクチャに基づいて情報連携メトリクスをモデル化する必要がある。

(2) 情報連携コミュニティ分析技法との関係

情報連携コミュニティ分析技法[3]では, 情報連携の対話構造と情報連携コミュニケーション構造を明らかにした。

情報連携メトリクスでは, 情報連携サービスを構築する上でのコミュニティ分析は対象にしていない。

(3) 情報連携アーキテクチャ分析技法との関係

情報連携アーキテクチャ分析技法では, 情報連携システムのアーキテクチャについて考察した[4]。

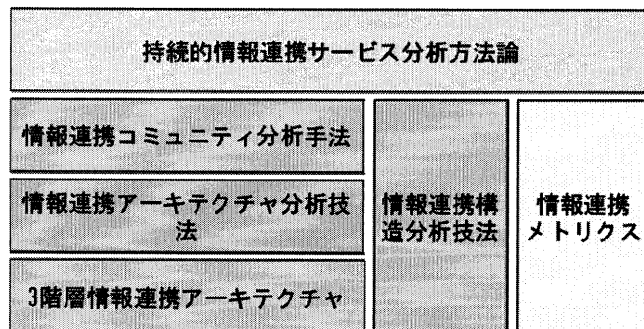
情報連携メトリクスをモデル化する場合には, どのような情報連携サービスを実現するシステムの構造に関する評価尺度が必要になる。

(4) 情報連携構造分析

情報連携構造分析法として, 情報連携ゴール分析, 情報連携活動分析, 情報連携管理方法について提案した[5]。また情報連携活動の分類, 情報連携管理方式の分類, 情報連携故障モデルに基づいて情報連携活動を組織面から考察して明らかにした。

情報連携メトリクスの構築では, 情報連携サービスを利用する関係者の組織という側面と情報システムの側面を考慮する必要がある。

図 1 持続的情報連携サービス分析方法論の構成



3. 関連研究

3.1 情報品質

情報品質の研究[6]では, ①品質価値の解明, ②品質特性の解明, ③品質基準の確立, ④品質管理の確立, ⑤品質保証の確立, ⑥コミュニケーションという課題が挙げられている。

Wang は, 情報品質を次のように定義している[7]。

【定義】情報を利用する消費者にとっての適合性を情報品質という。

この定義の特徴は情報品質を, 情報を利用する立場から定義している点である。

3.2 情報品質特性

Wang は情報品質特性として, 固有品質, 利用品質, 文脈品質, 表現品質の 4 つを挙げている[8]。これらの品質特性ごとに, 以下に示すように複数の次元を示している。

固有品質の次元には正確性, 客観性, 信用性, 評判性がある。利用品質の次元には接近容易性, セキュリティがある。文脈品質の次元には, 適切性, 付加価値, 適時性, 完全性, 適量性がある。表現品質の次元には, 解釈性, 理解容易性, 簡潔性, 一貫性がある。

IEEE std.830[9]では, 要求仕様が満たすべき性質として, ①正当性, ②無曖昧性, ③完全性, ④一貫性, ⑤優先順位付け, ⑥検証容易性, ⑦修正容易性, ⑧追跡性を挙げている。

ISO9126[10]の品質特性も考慮することにより, 情報連携サービス品質の次元を定義することが重要になる。たとえば Arthur らは保守性についての開発文書の品質尺度として正確性, 完全性, 利便性, 拡張性を分類木 (taxonomy tree) によって DQI(Document Quality Indicator)を定義する方法を提案している[11]。彼らは文書品質特性(a Quality), 品質因子(a Factor), 限定作用素(a Quantifier)からなる 3 項組で DQI を定義している。正確性の品質因子には, 要求・設計の追跡性と, 概念・実体の一貫性があるとしている。また要求・設計の追跡性の限定作用素として, 要求・設計仕様とコ

ード上の機能との対応関係を挙げている。

情報連携サービス品質についても、同様の品質特性と、対応する次元を定義すべきである。

3.3 情報品質メトリクス

また、Wang の情報品質に基づいて、技術文書の品質を自動的に測定する研究がある[12].この研究では、技術情報への接近性を GQM(Goal-Question-Metric)によって分析することによりメトリクスを定義し、XML 文書に対する評価実験を実施している。

このことから連携情報への接近性を GQM に基づいてメトリクスを定義できる可能性がある。

3.4 ソフトウェア度量衡学

ソフトウェア度量衡学(Software Metrology)[13]では、計測方法を定義するために、以下の3項目が必要であるとされる。計測方法の定義に対して数量的計測規則が対応づけられる。

- a) 計測目的
- b) 計測対象のメタモデル
- c) 計測すべき属性の特徴

ソフトウェア度量衡学に従うと、情報連携サービスの計測方法では、a)情報連携,b)情報連携対象となる情報システムと情報連携サービスに対するメタモデル、c)情報連携品質特性を定義することが必要になる。

3.5 情報利用特性

中條は、人的エラー防止の観点からソフトウェア開発文書が満たすべき性質を、情報の観点と情報操作の容易化の観点から整理している[14].情報の観点には①情報種別、②文書構造、③書式がある。情報操作容易化の観点には、①共通化・集中化、②特別化・個別化、③適合化がある。

また、文書を構成する文の①主語②活動③対象に基づいて、文書構造の凝集度(Coherency)を計測することにより、文書を改善する方法が提案されている[15].

これらのことから情報の連携操作に基づいて、情報連携サービス品質特性を定義することができると思われる。

3.6 使いやすさの評価

情報システムの使いやすさを①利用者②その活動フェーズ③システム機能の組合せに対して定義された質問項目への回答に基づいて測定する方法が提案されている[16]. また ISO9126 の使用性では、理解性、習得性、運用性、魅力性、標準適合性が挙げられている。

情報連携サービスの利便性を評価する場合にも利用者の主観的な判断に依存すると思われるので、この方法や GQM のように、質問に基づくメトリクスが必

要になると思われる。

3.7 サービス複雑度メトリクス

Perepletchikov らはサービス指向ソフトウェアの保守性に関する結合度を評価する方法を提案している[17]. Perepletchikov らの方法では、サービス内結合、サービス間間接結合、サービス間直接結合という3種類の結合関係を定義している。同じサービス内でのサービス要素間の結合関係がサービス内結合である。サービス間間接結合では、サービスインタフェースを介して他のサービス要素を利用する。サービス間直接結合では、他のサービス要素を直接利用する。さらに、結合の入出力方向と結合関係に基づいて6種類のメトリクスを定義している。結合度と凝集度は手続き型言語によるコードの複雑度を計測するために提案された[18]. その後、オブジェクト指向設計に拡張されている[19][20][21].

このように、情報連携サービスに対して、連携対象とする情報システムの構成要素に対する情報の結合度に基づくメトリクスが定義できる可能性がある。

4 情報連携メトリクス

4.1 情報連携サービス品質

Wang による情報品質の定義に基づいて情報連携サービス品質を定義すると、次のようになる。

【定義】情報連携サービスを利用する関係者にとつての適合性を「情報連携サービス品質」という。

4.2 情報連携サービスの構造

情報連携サービス品質の計測対象に対するメタモデルを図1に示す。

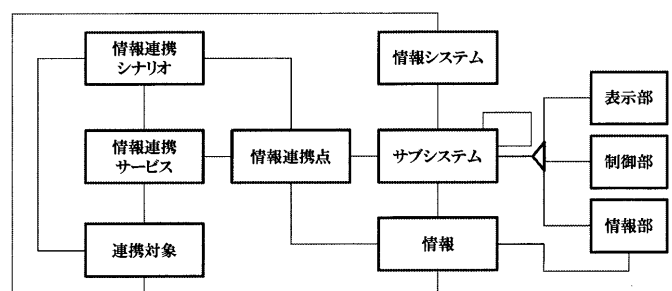


図2 情報連携サービスのメタモデル

情報連携サービスの対象となる情報システムにはサブシステムとして表示部、制御部、情報部がある。利用者による表示部操作に従って情報部への情報の登録検索を制御部が管理する。情報システム間で情報連

携のために情報連携点が用意される。連携対象情報は情報システムの情報部（サブシステム）に格納されている。

情報連携点はサブシステムと結合して連携対象情報を情報連携シナリオに基づいて情報システムから獲得・提供する。情報連携点を表示部、制御部、情報部のどこに配置するかによって、情報連携の構造が変化する。

また、場合によっては、情報連携サービスを人手で実施することもある。この場合には情報連携点を用いるのではなく、既存の情報システムが提供するインタフェースを用いて情報を抽出して連携することになる。

4.3 情報連携サービス品質メトリクス

情報連携サービスを利用する関係者にとっての適合性を考えると、情報連携サービス品質の下位特性として、持続性、利便性、安全性、信頼性などが考えられる。

(1) 持続性

情報連携サービスに持続性があるとは、サービスが中断・変更されることなく、継続して将来も同じように利用できることである。またサービス変更があったとしても互換性があれば、従来と同様のサービスを利用できる。また、サービスの機能が変更されたとしても、情報が継続して利用できれば、少なくとも連携情報については持続性があることになる。

サービスが中断しても迅速に問題解決して復旧できれば持続性があるとも考えることもできる。この場合には、持続性の下位特性として平均修理時間に基づく保守性を持たせることになる。

このように情報連携サービスの持続期間、サービス中断間隔、連携情報の寿命、平均修理時間などによって情報連携サービスの持続性を計測できることが分かる。

評価方法として、質問回答、作業時間計測による評価が考えられる。

(2) 利便性

情報連携サービスの利便性については、情報連携シナリオに基づいて、情報連携活動の理解性、習得性、運用性ごとに、測定項目を定義することにより評価できる。これらの項目についてはGQMを用いて定義できる。

評価方法として、質問回答、作業時間計測、シナリオ構造の複雑さによる静的評価が考えられる。

(3) 安全性

情報連携サービスの安全性については、情報連携サービスのメタモデルに対する脅威分析を実施することによって脆弱性対策ができていることを確認できる。このような方法として、GSNによる安全性ケース(Safety case)を作成することができる[22][23]。

定量的な評価方法としては、保護すべき資産項目数や脅威項目数に対する対策の十分性を指標として定義することができる。

(4) 信頼性

一般的な情報システムの信頼性の定義と同様に、情報連携サービスの信頼性指標も平均故障間隔で定義できる。ISO9126では、障害許容性や回復性などが信頼性の下位特性として挙げているので、情報連携サービスについても同様に、障害許容性や回復性を定義できる。

4.4 情報連携サービス構造メトリクス

情報連携サービスは、図2に示したような構造を持つことから、情報連携サービス構造についての凝集度と結合度を定義することができる。

(1) 情報連携強度

情報連携シナリオと情報連携機構内の情報連携のための活動単位間の関連性の基準として情報連携強度(凝集度)を、モジュール構造の強度[18]と同様に定義できる。

情報連携という目的のために作成することから、情報連携シナリオは基本的には機能的強度を持つ。情報連携シナリオを、準備フェーズと活用フェーズに分けて定義することもできる。この場合、異なる情報システムの連携対象情報をまとめて抽出しておくためのシナリオも考えられる。このような情報連携シナリオの強度は、論理的である。

情報連携シナリオや情報連携機構の処理手順を、主体、活動、対象情報、情報システムからなる4項組の系列で定義することができる。このとき、この系列ごとに情報連携強度を、主体数、活動数、対象情報項目数、システム数等に基づいて評価できる。

(2) 情報連携結合度

情報連携サービスが複数の情報システムの情報を連携する場合、情報システムのサブシステムや情報連携点を介して情報を登録、獲得することになる。このとき、情報連携サービスと情報システム間で連携対象情報に関する情報連携結合度を定義できる。

【定義】 間接情報連携結合

情報連携サービスが情報システムの持つ連携対象情報を、情報システムが提供する既存の外部インタフェースを用いてアクセスするとき、間接情報連携結合であるという。

【定義】内部情報連携結合

情報連携サービスが情報システムの持つ連携対象情報を、情報システム内部のサブシステムに用意した情報連携点でアクセスするとき、直接情報連携結合であるという。

提案した情報連携マトリクスをまとめて表1に示す。

表1 情報連携マトリクス

分類	特性	評価方法
情報連携サービス品質	持続性	質問評価, 実測
	利便性	質問回答, 実測, 複雑度計測
	安全性	項目評価, 安全性ケース
	信頼性	実測
情報連携サービス構造	強度	複雑度計測
	結合度	複雑度計測

5 具体例

以下では、架空の組織における研究プロジェクトの活動状況を作成するための情報連携を考える。

連携対象となる情報システムは、研究者データベースRと会計システムAという2システムである。

研究者データベースでは、外部から研究資金を獲得すると、研究業績として外部資金実績を登録する。研究業績には、論文、口頭発表などの情報も登録する。

会計システムには、予算科目、予算額、費用項目などの情報を登録する。予算科目では、外部から獲得した受託研究経費の区別や名目を登録する。会計システムでは研究者名と研究プロジェクトの関係が登録されている。

会計システムには、費用がどの業績を達成するために使用されたかが登録されている。たとえば、口頭発表のための旅費や論文印刷費用などが発生することを契機として、研究者名と業績とプロジェクト名が対応付けられることになる。

しかし、会計システムでは業績をキーとしてプロジェクトを検索する機能や、プロジェクトをキーとして業績を検索する機能は提供されていない。この理由は、会計システムの目的が予算科目ごとの適切な予算執行だからである。

一方、研究者データベースでも、業績を個別に登録する必要があるため、実際には会計システムと研究者

データベースで情報の二重登録が発生している。

このとき、会計システムに個別に登録した業績情報やプロジェクト情報を検索して、研究者データベースに登録できれば、情報連携効果は大きい。まず人手による情報連携シナリオは次のようになる。

- (研究者, 検索, 予算執行状況, A)
- (研究者, 抽出, プロジェクト名, 予算執行状況)
- (研究者, 登録, 研究プロジェクト, R)
- (研究者, 抽出, 研究業績, 予算執行状況)
- (研究者, 登録, 研究業績, R)

まず第1行で、検索結果として、予算執行状況が出力される。その中には、予算科目と、業績名が含まれている。次に、第2行では、予算科目からプロジェクト名を抽出する。第3行で、研究者データベースの登録機能を利用して研究者の獲得した研究資金に対するプロジェクト情報を登録する。同様に、第4行では予算執行状況から、業績情報を抽出している。その後で第5行で研究者データベースに対して、研究プロジェクトに関する研究業績を登録する。

もし、研究業績情報で不足する部分があれば、研究者データベースを利用して情報を追加登録する。

この人手による情報連携シナリオの情報連携サービス構造の強度は、主体数が研究者だけで目的が明確であるから機能的であるといえる。一方で、手順数は5、活動の種類は2、扱う情報は3である。

もし、予算執行状況から研究者データベースに登録する研究者情報として、研究プロジェクト名と研究業績情報に変換する情報連携機構があれば、情報連携シナリオは次のように改善できる。

- (研究者, 検索, 予算執行状況, A)
- (研究者, 変換, (予算執行状況, 研究者情報), C)
- (研究者, 登録, 研究者情報, R)

このように情報連携機構を用意することにより、シナリオの手順数や活動数を削減できるので、シナリオの複雑度を削減できている。一方で、情報連携サービス機構がどのように、研究者データベースや会計システムと情報連携点を持つかによって結合度が変化する。したがって情報連携機構と情報システムとの結合度に基づいて複雑度を評価する必要がある。

6 まとめと今後の課題

本稿では、持続的情報サービス分析方法論における情報連携マトリクスについて提案した。情報連携サービス品質と情報連携サービス構造の観点から構成して

いる。情報連携サービス品質については、持続性、利便性、安全性と信頼性の観点からメトリクスを設計している。安全性については安全性ケースを用いる方法の可能性を示唆したが、具体的な方法までは示すことができていない。

情報連携サービス構造については、モジュール強度と結合度の考え方に基づく構造尺度を提案した。

しかし、本稿では、実際の情報連携サービスについて提案メトリクスを適用評価するまでには至っていない。今後、本提案メトリクスを実際の情報連携に適用して評価する必要がある。

ロードマップ[1]で提示した持続的情報連携サービス分析方法論は、①3階層情報連携アーキテクチャ[2]、②情報連携コミュニティ分析手法[3]、③情報連携アーキテクチャ分析技法[4]、④情報連携構造分析技法[5]、⑤情報連携メトリクス(本提案)から構成される。

今後は本稿で提案した情報連携メトリクスの課題を解決するとともに、持続的情報連携サービス分析方法論の研究をまとめていく予定である。また、大学等の情報環境を対象として提案した方法論の有効性を評価・確認することを計画している。

謝辞

本研究は研究活動スタート支援(22800029)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 山本修一郎, 持続的情報連携サービス分析方法論の研究課題, 知能ソフトウェア工学研究会, 2010,11.24.
- [2] 山本修一郎, 3階層情報連携アーキテクチャの提案, 知能ソフトウェア工学研究会, 2011,1.24
- [3] 山本修一郎, 情報連携コミュニティ分析技法, 知識流通ネットワーク研究会, 2011, 3.9
- [4] 山本修一郎, 情報連携アーキテクチャ分析技法, 知能ソフトウェア工学研究会, 2011,3.11
- [5] 山本修一郎, 情報連携構造分析についての考察, 知能ソフトウェア工学研究会, 2011,9.21
- [6] 関口恭毅編著, 情報品質の研究, 日本情報経営学会叢書,2009.
- [7] Wang, R.Y., A Product Perspective on Total Quality Management, CACM, Vol.41, No.2, pp.58-65, 1998.
- [8] Richard Y. Wang, A Product Perspective on Total Data Quality Management, COMMUNICATIONS OF THE ACM February 1998/Vol. 41, No. 2, pp.58-65, 1998.
- [9] IEEE std.830-1998,ソフトウェア要求仕様に対する推奨プラクティス, 1998.
- [10]ISO 9126 - Software Engineering Product Quality-part1: Quality Model, 2001.
- [11]Arthur, J. and K. Stevens, "Assessing the Adequacy of Documentation Through Document Quality Indicators," *Proceedings of the International Conference on Software Maintenance*, 1989.
- [12]Anna Wingkvist, Morgan Ericsson, Rüdiger Lincke and Welf Löwe, A Metrics-Based Approach to Technical Documentation Quality, 7th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, pp.476-481, 2010.
- [13]Alain Abran, Software Metrics and Software Metrology, IEEE Computer Society, 2010.
- [14]中條武志, 情報の流れに着目した設計開発プロセスの標準化, Journal of Japanese Society for Quality Control, Vol.35, No.2, pp.142-149, 2005.
- [15]Robert Krull, Findings from Research on Document Quality, Professional Communication Conference, Proceedings. The Engineered Communication., International, pp. 238 - 243 vol.2, 1991.
- [16]石井康雄, ソフトウェアの検査と品質保証, 日科技連, 1986.
- [17]Mikhail Perepletchikov, Caspar Ryan, A Controlled Experiment for Evaluating the Impact of Coupling on the Maintainability of Service-Oriented Software, IEEE Trans. On S.E., vol.37, No.4, pp.449-465, 2011.
- [18]国友義久, 効果的プログラム開発技法, 近代科学社, 1983.
- [19]Roger S., Pressman, Software Engineering, A Practitioner's Approach, 2005.
- [20]Bansiya, J.; Davis, C.G., A., Hierarchical Model for Object-Oriented Design Quality Assessment, IEEE Trans. On Software Engineering, Vol.28, No.1, pp. 4-17, 2002.
- [21]Lorenz, Mark, and Kidd, Jeff, Object-Oriented Software Metrics, Prentice Hall, 1994.
- [22]Kelly, T.P., McDermid, J.A.: Safety Case Construction and Reuse using Patterns. In: 16th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (1997)
- [23]Tim Kelly and Rob Weaver, The Goal Structuring Notation - A Safety Argument Notation, Proceedings of the Dependable Systems and Networks 2004 Workshop on Assurance Cases, July 2004