

コンテキスト・コンピューティングの構想 —情報の共有と個人化の方法論として—

牧野 友紀[†] 道村 唯夫[‡] 飯沢 篤志^{*} 小林 茂^{**} 和泉 憲明^{***}

[†]日本ユニシス株式会社 〒135-8560 東京都江東区豊洲 1-1-1

[‡]富士ゼロックス株式会社 〒220-8668 神奈川県横浜市西区みなとみらい 6-1

^{*}リコーITソリューションズ株式会社 〒104-6042 東京都中央区晴海 1-8-10 X-42F

^{**}先端IT活用推進コンソーシアム <http://www.aitc.jp>

^{***}(独)産業技術総合研究所 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第2

E-mail: [†] tomonori.makino@unisys.co.jp, [‡] MICHIMURA.Tadao@fujixerox.co.jp,

^{*} atsushi.iizawa@jrits.rioh.co.jp, ^{**} s-koba84@dp.u-netsurf.ne.jp, ^{***} n.izumi@aist.go.jp

あらまし コンテキスト・コンピューティングのコンセプトモデルを研究部会の活動成果として報告する。ここでは、検索エンジンを代表とする機械中心でもなく、SNSなどを代表とする人中心でもなく、関心事の意味内容を中心としたアプローチの詳細を述べる。具体的には、クラウド環境・スマホ環境を前提としたポスト・セマンティック Web として、人々の関心事をコンテンツの単位とし、参加者の関心事へのチェックイン・チェックアウトにより、社会的な共有コンテンツが意味的に組織化・構造化されるパラダイムを発表する。

キーワード コンテキスト・コンピューティング, 情報共有, 情報の個人化,

A Concept of Context Computing

—Methodology about Information sharing and Personalization—

Tomonori MAKINO[†] Tadao MICHIMURA[‡] Atsushi IIZAWA^{*} Shigeru KOBAYASHI^{**} and
Noriaki IZUMI^{***}

[†] Nihon Unisys, Ltd 1-1-1 Toyosu, koto-ku, Tokyo 135-8560 Japan

[‡] Fuji Xerox Co., Ltd. 6-1, Minatomirai, Nishi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 220-8668, Japan

^{*} RICOH IT Solutions Co., LTD. X-42F, 1-8-10 Harumi, Chuo-ku, Tokyo, 104-6042 Japan

^{**} Advanced IT Consortium to Evaluate, Apply and Drive (AITC) <http://www.aitc.jp>

^{***} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Tsukuba Central 2, 1-1-1 Umezono
Tsukuba, Ibaraki, 305-8568 Japan

E-mail: [†] tomonori.makino@unisys.co.jp, [‡] MICHIMURA.Tadao@fujixerox.co.jp,

^{*} atsushi.iizawa@jrits.rioh.co.jp, ^{**} s-koba84@dp.u-netsurf.ne.jp, ^{***} n.izumi@aist.go.jp

Abstract This report provides a concept model of context computing as a part of a white paper on Context Computing Research Group of Advanced IT Consortium to Evaluate, Apply and Drive (AITC). Details of our approach concentrating on the semantic content of concerns are given from a stand point about a hybrid system of search engines and social networking systems. Especially, check-in and check-out function about users' concerns enables shared social contents semantically organized and structured, as a detailed mechanism of the Semantic Web in the environment of cloud computing and smart phones.

Keyword Context Computing, Information Sharing, Information Personalization,

1. はじめに

近年、コンピュータ等の情報通信技術の発展は、インターネット環境の整備により加速され、結果として、いつでもどこでも、多種多様な情報へのアクセスが可能となり、情報取得という課題は問題視されなく

なっている。同時に、個人に適した情報をいかに適時・適所で活用できるかという新たな課題が明確化されるようになった。

このような社会的な文脈から、最近、専門家の情報を重要視するだけではなく、自分自身の主観や身近な

他人が評価する情報も重要であるという観点から、集合知の延長としての社会知能（Social Intelligence）という考え方が提唱されている[1]。ここでは、共有された情報に関して、多数決などによる積算に基づく価値判断だけではなく、どのような主観性が考慮できるかを重要視している。

以上の技術的な観点から、本報告では、コンテキスト・コンピューティングとして、人と機械の協働がどうあるべきかを議論する。ここでは、従前、機械に備わっていなかった知性で、人間にしか行えなかった意味処理に関して、部分的なタスクを切り出して機械処理可能にすることにより、人間が行えなかったような大量の情報を対象にして考える。そして、限定的ではあるが高速大量処理が可能な機械の能力を用い、玉石混交である大量のネット上のコンテンツから、適時・適所の情報をどのようにして個人に提供するかを検討する。特に、情報の受容者によって異なる価値ある情報を、どのように選択し、そして、加工し、洗練させるかについて、とりまとめる。

そして、この検討結果に基づいて、本報告では、情報を個人化する方法論について、提案する。特に、機械だけで計算し評価することは難しい情報内容に関して、流通する大量の情報の中から個人にとって有意な情報を効率良く識別し取得する仕組みを定義し、個人によって異なる情報の有意性を与える。

以上の方法論に関して、本報告では、次の観点から、プロトタイプシステムを構築し、評価している。まず、人が得意で機械が不得意な処理は、人が自然なインタラクションの中で担うこととする。そして、コンテンツ提供者の多様性を受け入れ、属人的にコンテンツを整理し、予め与えられたアルゴリズムにより、コンテンツの内容を評価し、一次加工する。そして、コンテンツ受容者の多様性に合わせて取り出し、二次加工する。また、インタラクションの設計により、機械が計算する対象を限定し、求める値を特定することで、計算量を低減する。また、集約するコンテンツの価値を最大化するアルゴリズムを定式化し、プロトタイプシステムを実装する。

2. コンテキスト・コンピューティングのモデル

コンテキスト・コンピューティングについて、提案の背景と、目指すことを述べる。

2.1. コンテキスト・コンピューティング提案の背景

機械が不得意な処理がまだまだ多く存在するし、人間は大量データの高速処理はできない。ここに人と機械が協働する価値があると考えられる。

人間は、抽象化などにより情報をコンテキスト付きで解釈している。神沼・内木の情報の送り手・表現・

受け手の関係を表す図[2]を元に、コンテキストの効用を述べる(図 1)。人は、一般の情報、他人の情報にコンテキストを付与する。表現された情報から、機械がコンテキストを分析し、個人に適した情報(私の情報)を提示する。ソーシャル・メディアの普及により、受け手は自分の認識を発信することで、一般の情報に追加するというループを形成する。

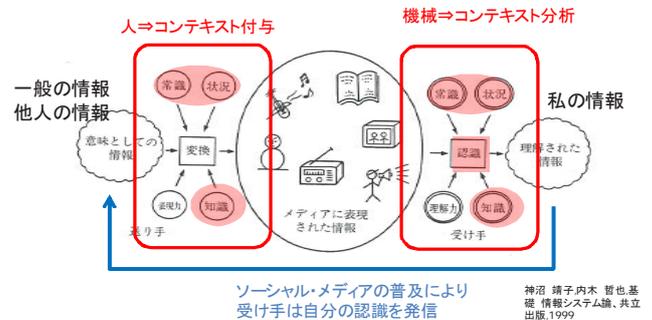


図 1: コンテキストの付与

コンテキスト付き情報生成ループにおける人と機械の役割分担を整理する。人が得意で機械が不得意なこととして、抽象化、名寄せ、定性的な価値判断がある。抽象化は、対象から注目すべき要素を重点的に抜き出して他は無視(捨象)することであり、状況判断、特徴・パターンのモデル化、汎化・具体化が含まれる。名寄せは意味の同定であり、複数の情報を関連付けることができる。定性的な価値判断は、良い悪い、好き嫌いの判断であり、そもそも機械には出来ないと考える。逆に、機械にさせたいことで、人間が不得意なことは、与えられた定義に基づく信頼度などの高速計算、大量データの取り扱い、モニタリングである。

2.2. コンテキスト・コンピューティングが目指すこと

コンテキスト・コンピューティングは、人と機械の適切な役割分担により可能となる。最終目標は、人間の知性・知能(Intelligence)を最大化・活性化するために、人間を大量のデータ処理(雑用、労働)から解放し、知的な活動により集中できるようにすることで、人間の能力を拡張することである。それを実現するために、情報の関係性、すなわちコンテンツ間の依存関係をコンテキストとして定義し、蓄積されたコンテキストをあらかじめ定められた計算に従って機械が集約することにより、人間の操作に対して機械が必要なコンテンツを適切に表示・編集・活用できるようにする。

コンテキスト・コンピューティングに基づき社会知能を実現する1つのコンセプトモデルを図2に示す。

コンテンツ提供者は、コンテンツの依存関係に、事実・伝聞・解釈などの関係、反対・賛成などの関係をコンテキストとして付与する。機械(コンピュータ)は提供者が付与したコンテキストを、特定のアルゴリズム

ムにより計算・加工することで受容者が欲するコンテンツに合わせ情報を個人化する。情報の細部を見極める視点を「虫の目」と呼ぶ。虫の目を通して自分に関連する個別の情報を得ることができる。情報空間の全体像を見渡す視点を「鳥の目」と呼ぶ。鳥の目を通して自分が属する社会の全体像を得ることができる。

機械が計算する(計算可能になる)コンテンツ間の依存関係は積算される。これにより情報の信頼性を計算することができる。例えば、ある情報と写真の間に証拠の関係があると、その情報には一定程度の信頼性が付与される。情報の名寄せによっても信頼性は向上する。ハッシュタグによる名寄せや、関心事ラベルを援用した情報トピックの名寄せを、情報提供者が行うことにより、機械による情報抽出の精度を高めることができる。

機械による定点観測機能により、情報変化の特異点を検出することもできる。このように潮目を読み、未来を見通す視点を「魚の目」と呼ぶ。魚の目を通して、自分が属する社会の動きを捉えることができる。

このように人と機械が協働作業することで、社会知能(Social Intelligence)を形成している。

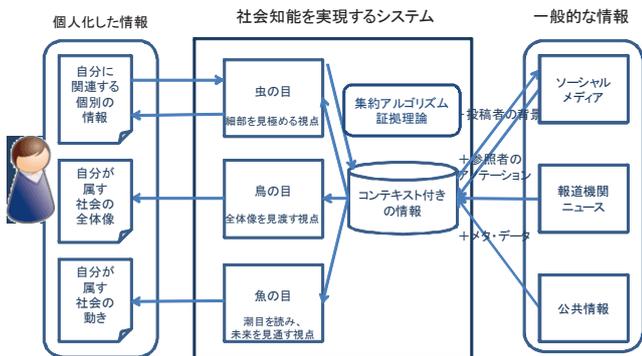


図 2：社会知能を実現するコンセプトモデル

3. 「関心事」と「チェックイン」機構で意味内容を構造化するプロトタイプシステム

3.1. システムの目的

コンテキスト・コンピューティングの一つの実装案として、意思決定を支援するソーシャル・メディアを提供するプロトタイプシステム System LA を開発し実現可能性を検証した。System LA は利用者が共通の関心事で情報共有する環境を提供し、利用者は問題を解決する複数の代替案を相互に評価して意思決定に役立つ。

System LA はクラウド環境にコンテンツを蓄積するサーバーとインターネットに接続したスマートデバイスの Web ブラウザをクライアントとして構成し、利用者が現地現場で用いることを想定している (図 3)。

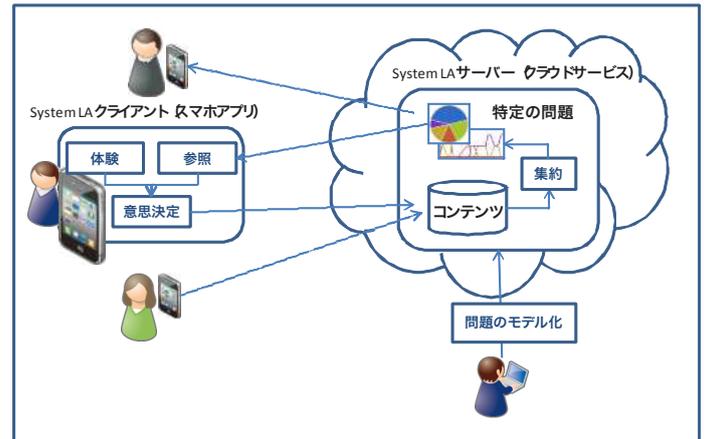


図 3：System LA による意思決定支援

3.2. 機能概要

(1) 情報共有の場の作成と参加

利用者は自ら問題解決のために特定の「関心事」毎に情報共有の場を設け、利用者は興味のある「関心事」を選択して「チェックイン」すること参加者となり、他の参加者のコンテンツが参照でき、自らもコンテンツを投稿できるようになる。

(2) 代替案の評価としてのコンテンツ

コンテンツは、問題を解決する代替案を表す「関心事項目」とその評価、また根拠や状況を説明するテキスト、写真からなる。参加者はその時の状況に関連する関心事項目を選び評価しコンテンツを投稿する。

(3) コンテンツの集約

サーバーでは参加者が評価した関心事項目を対象に、予め与えた集約アルゴリズムで参加者個々の評価を補完的に集約し、また、その時間的な変化を分析しクライアントで提示する。集約する集団は、参照している参加者と共通な属性を持つ類似集団と関心事全体の参加者を切り替えてその差を知ることができる。

3.3. 計算を可能にするコンテンツの構造化

人が意図する意味内容を崩さず各個人のコンテンツを機械が集約し集団として新たな知見を得るために、数的に計算可能なコンテンツを人的な操作により構造化する。図 4 はシステム内部の構造と制御を示す。

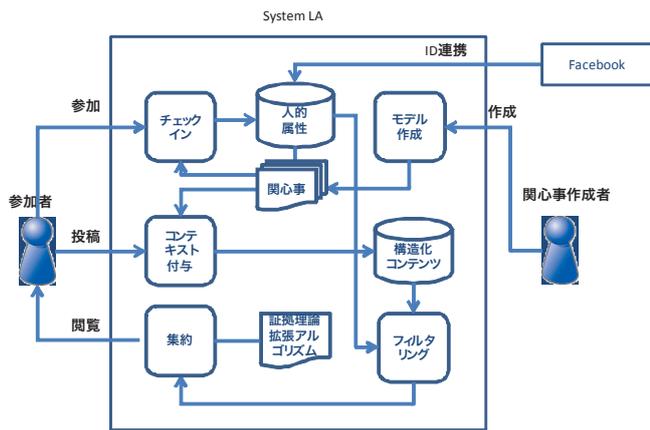


図 4 : System LA の内部構成

始めに関心事モデルを作成する。解きたい問題を定義し集団の属性・状況と最善な解との因果関係の仮説を立て関心事を設定する。その関心事には、解となる複数の代替案を関心事として定義し、関心事の評価に相関する参加者の属性を予め定義しておく。参加者は関心事に結び付けたコンテンツを発信可能とするために System LA にチェックインする。チェックイン時に関心事に結び付けられた参加者属性を開示する。参加者は、テキスト・写真等のコンテンツ作成時に、関心事に結び付いた関心事項目を評価する。評価では、複数の関心事項目を選択し各項目にその項目がポジティブ、ネガティブかの評価値を与える。

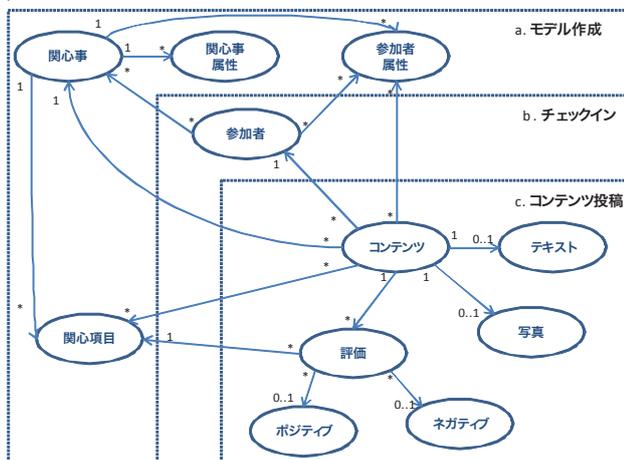


図 5 : 構造化コンテンツの RDF モデル

SystemLA では、図 5 のようなモデルの構造化コンテンツを柔軟な構造を表現できる RDF で構築した。関心事項目の評価を数値化し、集計することによって計算可能な構造化コンテンツを実現した。計算機によって自動的に付加される参加者属性や、人手によって関連付けられる関心事項目の評価等を利用して、機械と人が協力し合って構造化コンテンツの構築を実現している。

この RDF モデルに対して RDF スキーマの主要な部

分は、図 6 の通りである。関心事型、参加者型、コンテンツ型を持つ関心事クラス、参加者クラス、コンテンツ・クラスに対して System LA の名前空間で定義されたプロパティを用いて互いに関連付けている。実装上では、関心事 ID、人物 ID、コンテンツ ID を設け、その ID の参照で関連付けている。関心事項目、評価、テキスト、写真については、実装上では簡易的に直接リテラルを使用している。

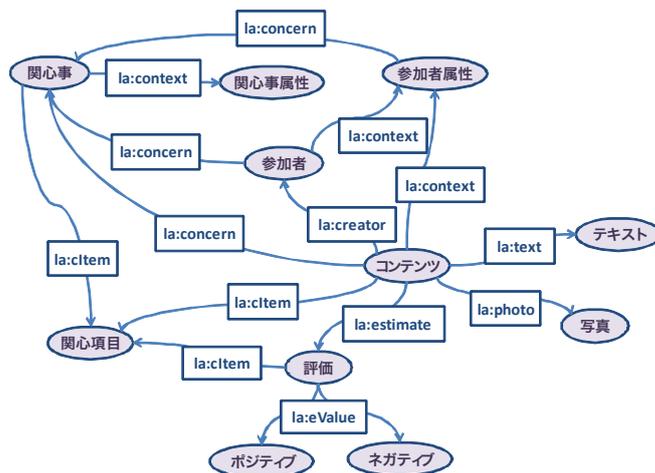


図 6 : 構造化コンテンツの RDF モデル

3.4. 機械によるコンテンツの集約

集約アルゴリズムは、問題解決の種類により変更できる構造としたが、初版のシステムでは、証拠理論 (Dempster-Shafer theory of evidence) を適用した。現地、現場で不確実な状況にいる参加者の部分的で曖昧な代替案の評価を補完的に統合し、代替案を網羅した集団の評価を得ることをねらっている。

関心事項目の 1 つが最適な解と考える場合は、その関心事項目のみ選びポジティブな評価を与える。複数の関心事項目の何れかが最適な解と考える場合は、それらの関心事項目それぞれにポジティブな評価を与える。また、ある関心事項目以外の何れかが最適な解と考える場合は、その関心事項目にネガティブな評価を与える。集約アルゴリズムは、関心事項目がポジティブな場合その関心事項目に 1 を加点し、複数の関心事項目にポジティブな評価がある場合はいずれか 1 つの関心事項目が最適な解としてネガティブな評価はそれ以外の関心事項目それぞれに 1 を加点し評価を数値化する。参加者一人の評価が平等になるように評価値を正規化し、正規化した参加者の評価値を基に集団の評価を計算する。図 7 に統計モデルを示す。

関心項目 i (利用者 a) = $\{1.0, -1\}$

$$\text{アクティブ (関心項目 } i \text{ (利用者 } a)) = \begin{cases} 1 & \text{関心項目 } i \text{ (利用者 } a) \in \{1\} \\ 0 & \text{関心項目 } i \text{ (利用者 } a) \in \{-1, 0\} \end{cases}$$

$$\text{パッション (関心項目 } k \text{ (利用者 } a)) = \begin{cases} 1 & \text{関心項目 } k \text{ (利用者 } a) \in \{-1\} \\ 0 & \text{関心項目 } k \text{ (利用者 } a) \in \{0, 1\} \end{cases}$$

$$\text{上限確信指数 (関心項目 } i \text{ (利用者 } a)) = \text{アクティブ (関心項目 } i \text{ (利用者 } a)) + \sum_{k \neq i} \text{パッション (関心項目 } k \text{ (利用者 } a))$$

$$P_i(\text{関心項目 } i \text{ (利用者 } a)) = \frac{\text{上限確信指数 (関心項目 } i \text{ (利用者 } a))}{\sum_{\text{関心項目 } i} \text{上限確信指数 (関心項目 } i \text{ (利用者 } a))}$$

利用者一人一人の投票の重みを同じにする

$$P(i) = \frac{\sum_{\text{利用者 } a} P_i(\text{関心項目 } i \text{ (利用者 } a))}{\text{利用者数}}$$

過去と現在の差分を利用者が増えても比較できるようにSPI(i)合計を過去と現在で同じにする

図 7：証拠理論に基づく統計モデルの定義

4. ケーススタディへの適用

提案するパラダイムの有用性を検証するためにケーススタディとして、実証実験を実施した。実験の詳細を次に述べる。

4.1. ケーススタディの概要

ここでは、2013/6/13 に開催されたサッカー2014年ワールドカップ予選「日本対オーストラリア戦」に関心事として設定した。そして、「活躍する日本代表選手が誰か」を評価項目に設定して、参加者の集団的な知見がどのように得られるかを検証するための実証実験を行なった。

関心項目としては日本代表個々の選手を定義した。また、関心項目の評価に影響する参加者属性として「サッカー観戦歴」を定義し、離散値に”一年未満”，”五年”，”十年”，”二十年以上”を設定し相関性を確認した。

実験には参加者属性が均等に分離される 14 名が参加した。

4.2. ケーススタディの実験結果

実験の結果、最終的な関心項目の評価の高さから見ると、「サッカー観戦歴」の参加者属性に「十年」を設定した集団は、「一年未満」や「五年」という集団とは異なる視点で評価を行っていることが分かった。このことは、サッカー観戦歴という数値的な属性値によって抽出される集団（参加者属性が共通な類似集団）による評価は、「玄人好みである」というような、主観的・内容的な共通の観点に対応させる可能性を示唆していると考えられる。特に、参加者属性の類似集団は、全体集団に対して、評価選手に関する選択と評価内容に関しての特徴が明確化している（図 8）。



図 8：実験にて表出したコンテキストの多様性

関心項目変数の時間な推移を見ると、盛り上った場面に依りて、評価の高い選手のグラフが変化の様子が見られ、集団的な意識の変化を捉えることができた（図 9）。

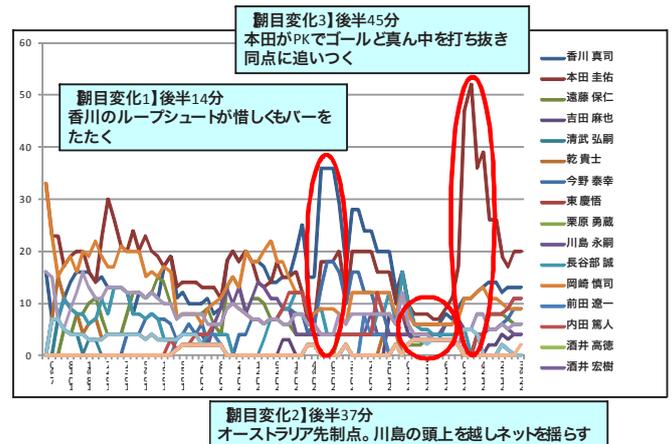


図 9：関心項目変数の時間的推移

また、試合後に参加者全体の評価と、サッカー専門誌採点[3]を相対的な評価に変換したものを比較すると、順位が多くが共通する結果となった（図 10）。

| | System LA評価 | サッカー専門誌評価 |
|-----|-------------|-----------|
| 本田 | 16.3 | 本田 10.1 |
| 香川 | 11.6 | 香川 9.3 |
| 長谷部 | 9.3 | 長谷部 9.3 |
| 内田 | 9.3 | 内田 9.3 |
| 今野 | 8.1 | 今野 9.3 |
| 岡崎 | 8.1 | 川島 9.3 |
| 遠藤 | 5.8 | 吉田 9.3 |
| 長友 | 5.8 | 岡崎 8.5 |
| | | 遠藤 8.5 |
| | | 長友 8.5 |
| | | 前田 8.5 |

図 10：実験結果と専門誌評価との比較

4.3. 実験結果の考察

以上のことから、単純なテキスト中心の情報共有の仕組みにコンテンツに意味を同定する識別子(選手名)を付与することで、意味的・内容的な評価を機械的に計算することが可能になることが分かる。また、個人が提供する断片的な情報を統合した結果は、集合知として十分に価値のあるものを得られている。この例では、「サッカー観戦歴」が“一年未満”や“五年”の参加者を割合として多く含むにもかかわらずサッカー専門誌の評価と同じ傾向が得られている。サッカー専門誌では同一評価(図 10 の 9.3, 8.5)の選手が多数いるが、ここでの結果は、同一評価の選手は少なく、選手間の評価に明確な差が現れている。

利用者全体(一般)の評価と自分と同じ知識・経験(類似集団)の評価を見比べることで、自身の特徴を知ることができ、客観的に自分を見つめ、意を強くすること、別の代替案の可能性を知ること、時間経過により急速に意識が変わる変化点を捉えることができる。

一定期間内の評価を積み重ねることによって、最終的な評価は、より現実的に即したものとなる可能性があり、外面を気にするアンケートとは異なる結果を得る可能性があると言える。

5. 関連研究との比較

増永は、ソーシャルコンピューティングのフォーマルモデルをソーシャルコンピューティング基盤としての集約エンジンとその出力に対する群衆の意見を入力にフィードバックするソーシャルフィードバックとして定義している[4]。

Goleman は、ネット時代における心的状況を考慮した知性として、社会知能を提唱している[1]。さらに、西垣は、論理主義に基づく普遍的な知の探求ではなく、現代の集合知を考えるには主観性が重要であるとの観点から、これらを取りまとめて論じている[5]。

これらに対して、コンテキスト・コンピューティングは、人がコンテキストを付与し、機械がコンテキスト分析をして個人化した情報を提供するというモデルである。コンテキスト付きコンテンツを入力として、コンテキスト分析をし、個人に適した情報を提供する機械がソーシャルコンピューティング基盤の集約エンジンに相当し、得られた情報にコンテキストを付与する、あるいは、関連するコンテンツを生成することをソーシャルフィードバックとみなすことで、コンテキスト・コンピューティングをソーシャルコンピューティングの一形態と考えることができ、かつ、社会知能の実装と定義できる。また、西垣による集合知の検証[5]と同等以上の検証が、簡単なケーススタディではあ

るが、体重などの数値ではなく、テキスト情報の集計に対して可能になっている。

今後は、より、トピックを絞り込みつつ、専門性の高い領域での実証実験などを通して、西垣の集合知の範疇で、本研究の意義が検証されるべきである。

6. おわりに

本報告では、コンテキスト・コンピューティングを提案した。コンテキスト・コンピューティングは人だけでなく、機械だけでなく、機械が苦手な部分を人が補い計算能力を引き出す、人と機械が協働する情報空間を実現するパラダイムである。人が情報にコンテキストを与えることで、機械は人が望む的確な情報が探索でき、断片的な情報を集積し情報の価値を増幅できることを示した。

そもそも人の行動原理は、「人の振り見て我が振りなおせ」である。同じ状況・同じ目的に近い他者の行動や思考が、強い影響を与える。ただし、物理的、時間的に同一という同時同所の制約を受けてしまうと、近視眼的、局所的な情報に引きずられて判断を誤ったり、最適な行動を見落としたりする。コンテキスト・コンピューティングには、同時同所の制約を解放し、過去の知恵や他所の活動もあたかも身近な物事のように見せる効果があるが分かった。

本報告にて提案した内容や社会知能・集合知に関する知見は、上述の通り、より具体的な実証実験で検証され、参照実装としてとりまとめられるべきであるが、これらは今後の課題である。

文 献

- [1] Daniel Goleman, Social Intelligence: The New Science of Human Relationships, Bantam, 2006.
- [2] 神沼靖子, 内木哲也, 基礎 情報システム論—情報空間とデザイン, pp.15-17, 共立出版, 1999.
- [3] 西川結城, エルゴラツソ 1312 号, pp.3, スクワッド, 2013.
- [4] 増永良文, ソーシャルコンピューティング入門, サイエンス社, 2013.
- [5] 西垣通, 集合知とは何か, 中央公論新社, 2013.