

EVIDIIの形式化について

中村匡秀

平成17年3月16日

1 はじめに

本稿では、対面異文化間コミュニケーション支援ツール“EVIDII”の根幹であるアソシエーションについて、形式的な定義(モデル)を与える。

2 アソシエーションの形式化

2.1 アソシエーション

議論を明確にするため、まずオブジェクトを定義する。

定義 1 (オブジェクト) オブジェクトとは、実体や概念として存在するあらゆる「もの」を指す。

定義により、画像、音楽、言葉、テキスト、任意の名詞、形容詞等はオブジェクトである。次に、一人の人間が持つ、アソシエーションについて定義する。

定義 2 (アソシエーション) p を人間、 d, d' ($d \neq d'$) を任意のオブジェクトとする。この時、 p が d を d' で表現する時、「 p は d から d' へのアソシエーションを持つ」と言う。3つ組 (d, p, d') に対して、 p が d から d' へのアソシエーションを持つとき、特に $[[d, p, d']]$ と表す。

例えば、作曲家 p_1 が画像 1 を観て、その画像を音楽 1 で表現する場合、 p_1 は画像 1 から音楽 1 へのアソシエーションを持ち、 $[[\text{画像 1}, p_1, \text{音楽 1}]]$ と表される。同様に、「音楽 2」を聞いて、視聴者 p_2 が音楽 2 を「美しい」という言葉で表現する場合、アソシエーション $[[\text{音楽 2}, p_2, \text{美しい}]]$ が定義される。

アソシエーションはオブジェクト間の一方向の関係を定義するだけで、逆は必ずしも成立しないことに注意されたい。つまり、たとえ $[[\text{音楽 2}, p_2, \text{美しい}]]$ が定義されていても、 $[[\text{美しい}, p_2, \text{音楽 2}]]$ は必ずしも成立しない。なぜなら、 p_2 が「美しい」という言葉を、必ずしも、音楽 2 で表現するとは限らないからである。

また、アソシエーションは関係であり、写像でないことにも注意されたい。これは、同一人物がある一つのオブジェクトを複数のオブジェクトで表現することがあるからである。例えば、 p_2 は音楽 1 を「美しい」と表現すると同時に、「整然とした」という言葉を用いるかもしれない。この場合、同じ、 p_2 と音楽 1 に対して、2 種類のアソシエーション $[[\text{音楽 2}, p_2, \text{美しい}]]$, $[[\text{音楽 2}, p_2, \text{整然とした}]]$ が定義される。

今、二つのオブジェクトの有限集合 O と I が与えられた時、人間 p が、一方の集合に属するオブジェクトを、他方に属するオブジェクトで表現することを考える。この時、 p によって O と I 間に定義される全てのアソシエーションを p のアソシエーションプロファイルと呼ぶ。

定義 3 (アソシエーションプロファイル) p を人間、 O, I ($O \cap I = \phi$) を与えられたオブジェクトの有限集合とする。この時、 p の O, I 上の**アソシエーションプロファイル** $AS_p(O, I)$ は、以下の3つ組の集合で定義される。

$$AS_p(O, I) = \{(d, p, d') | [(d \in O \wedge d' \in I) \vee (d \in I \wedge d' \in O)] \wedge [[d, p, d']]\}$$

例えば、ある色の集合 $O = \{ \text{黒, 青, 紫} \}$ と、印象を表す言葉の集合 $I = \{ \text{気品, 派手, 地味} \}$ を考える。この時、大平さんが「黒は気品がある」、「気品があるのは、黒と紫」、「地味なのは青」と表現したと仮定する。この時、太平さんのアソシエーションプロファイルは、以下のようになる：

$$AS_{\text{大平}}(O, I) = \{ (\text{黒, 大平, 気品}), (\text{気品, 大平, 黒}), (\text{気品, 大平, 紫}), (\text{地味, 大平, 青}) \}$$

次に、共通の O, I に対して、複数の人間がアソシエーションを定義することを考える。この時、各個人によって定義されたアソシエーションを全員分合算したものを、全アソシエーションと呼ぶことにする。

定義 4 (全アソシエーション) 全アソシエーションは、 $A = (P, O, I, AS)$ で定義される。ここで、

- P は (議論に参加する) 人間の集合、
- O, I はそれぞれオブジェクトの集合で、 $O \cap I = \phi$,
- AS は P の全ての人間の O, I 上のアソシエーションプロファイルの集合。即ち、

$$AS = \bigcup_{p \in P} AS_p(O, I)$$

図1に、 $P = \{ \text{大平さん, 小山君, 達君} \}$, $O = \{ \text{黒, 青, 紫} \}$, $I = \{ \text{気品, 派手, 地味} \}$ とした場合の、全アソシエーションの例を示す。この例では、大平、小山、達の各名のアソシエーションプロファイル (図中、 AS の 1, 2, 3 行目) が足しこまれていることがわかる。

$P = \{ \text{大平, 小山, 達} \}$
 $O = \{ \text{黒, 青, 紫} \}$
 $I = \{ \text{気品, 派手, 地味} \}$
 $AS = \{ (\text{黒, 大平, 気品}), (\text{気品, 大平, 黒}), (\text{地味, 大平, 青}), (\text{気品, 大平, 紫}),$
 $(\text{黒, 達, 気品}), (\text{黒, 達, 地味}), (\text{紫, 達, 派手}), (\text{地味, 達, 青}), (\text{気品, 達, 紫}),$
 $(\text{黒, 小山, 派手}), (\text{紫, 小山, 派手}) \}$

図 1: 全アソシエーションの例：色とその印象について

2.2 マップ・視点

マップは、全アソシエーション $A = (P, O, I, AS)$ が与えられた時、 O または I のいずれかの集合の全要素を二次元上に配置したものである [1]。また、視点とは、マップ上で他方の集合または P から要素の一つを選び、マップ上でアソシエーションをもつオブジェクトのみを抜き出して表示することである。ここでは、マップ・視点のより形式的な定義を与える。

定義 5 (視点) $A = (P, O, I, AS)$ を与えられた全アソシエーションとする。この時、以下の4つの視点のそれぞれを二つ組みの集合として定義する。

O -map における人間 $p(\in P)$ の視点：

$$View(O, p) = \bigcup_{o \in O} \{(o, i) | i \in I \wedge [(o, p, i) \in AS \vee (i, p, o) \in AS]\}$$

O -map におけるオブジェクト $i(\in I)$ の視点：

$$View(O, i) = \bigcup_{o \in O} \{(o, p) | p \in P \wedge [(o, p, i) \in AS \vee (i, p, o) \in AS]\}$$

I -map における人間 $p(\in P)$ の視点：

$$View(I, p) = \bigcup_{i \in I} \{(i, o) | o \in O \wedge [(o, p, i) \in AS \vee (i, p, o) \in AS]\}$$

I -map におけるオブジェクト $o(\in O)$ の視点：

$$View(I, o) = \bigcup_{i \in I} \{(i, p) | p \in P \wedge [(o, p, i) \in AS \vee (i, p, o) \in AS]\}$$

例として、再び図1の全アソシエーションを考える。今、色(=O)マップにおける大平さんの視点は、以下ようになる。

$$View(O, \text{大平}) = \{ (\text{黒}, \text{気品}), (\text{青}, \text{地味}), (\text{紫}, \text{気品}) \}$$

となる。また、印象語(=I)マップにおける黒の視点は、

$$View(I, \text{黒}) = \{ (\text{気品}, \text{大平}), (\text{気品}, \text{達}), (\text{派手}, \text{小山}), (\text{地味}, \text{辻}) \}.$$

となる。可視化においては、 $View()$ の各要素ペアを2次元上に近接して配置すれば良い。

2.3 アソシエーショングラフ

全アソシエーション $A = (P, O, I, AS)$ が与えられたとき、 A をより構造的・視覚的に表すことを目的とし、 A のグラフ表現を導入する。まず、一般的なラベル付き有向グラフの定義を与える。

定義 6 (ラベル付き有向グラフ) ラベル付き有向グラフは、 $G = (V, L, E)$ で定義される。ここで、

- V はノード (頂点) の集合,
- L は辺につけるラベルの集合,

- $E \subseteq V \times L \times V$ はラベル付き有向辺の集合.

次に, 全アソシエーションをラベル付き有効グラフに以下のようにマッピングする.

定義 7 (アソシエーショングラフ) $A = (P, O, I, AS)$ を与えられた全アソシエーションとする. A のアソシエーショングラフを, 以下の条件を満たすラベル付き有向グラフ $G(A) = (V, L, E)$ と定義する.

- $V = O \cup I$,
- $L = P$,
- $(d, p, d') \in E \Leftrightarrow (d, p, d') \in AS$.

定義により, アソシエーショングラフ $G(A)$ は, A の二つのオブジェクト集合 O, I を頂点集合として持ち, ラベル集合として人間の集合 P を持つ. また, A において, ある人間 p がアソシエーション $[[d, p, d']]$ を持つ時, $G(A)$ においては d から d' へラベル p を付与された有向辺が存在する.

例として, 図1の全アソシエーション A を考える. この時, 図2は A のアソシエーショングラフ $G(A)$ である. 図において余白の都合上, 同じ始点, 終点をもつ複数の有向辺は複数のラベルをもつ一本の矢印で表している.

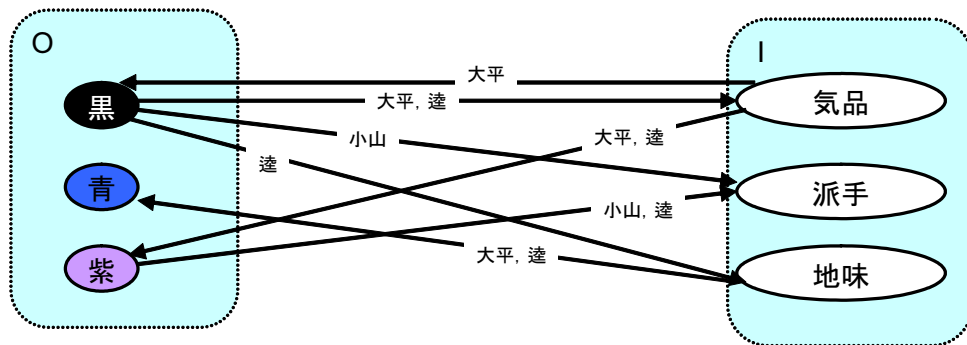


図 2: アソシエーショングラフ

命題 1 $G(A)$ は二部グラフ [2] である.

証明: 定義から自明. $G(A)$ における全ての辺は, O から I , または, I から O への辺である.

3 アソシエーションにおける重要概念の形式化

複数人数の議論において, アソシエーションを境界オブジェクトとして用い, 可視化することで, 異文化相互理解の支援が可能であることが知られている [1]. ここでは, 前章で形式化した全アソシエーション A とそのアソシエーショングラフ $G(A)$ を用いて, 異文化相互理解支援におけるいくつかの重要概念を形式化することを試みる.

... (つづく)

参考文献

- [1] 大平雅雄, “対面異文化間コミュニケーションにおける相互理解構築とアイデア創発の支援に関する研究”, 奈良先端科学技術大学院大学, 博士学位論文, Mar. 2003.
- [2] 尾崎弘, 白川功, 翁長健治, “グラフ理論”, 現代応用数学講座 2, コロナ社, 1972.