多言語意味ネットワークの開発
(曖昧な語彙の意味分析と翻訳妥当性の評価への応用)柳澤 秀吉^{*1}Development of multilingual semantic networks
(Semantic analysis of ambiguous words and evaluation of translation appropriateness)Hideyoshi YANAGISAWA^{*1}^{*1} The University of Tokyo, Department of Mechanical Engineering
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

Received: 11 March 2018; Revised: 6 July 2018; Accepted: 30 August 2018

Abstract

Words are communication media to share a concept in a community. A word involving ambiguity represents multiple concepts depending on a context. Such ambiguity causes misunderstanding between people having different contexts. On the other hands, a community uses words to obtain responses and/or evaluations from target population, such as customers and participants. The word ambiguity causes misunderstanding between a community and a target population due to different contexts. A community dealing with multiple languages (e.g. multinationals) has a difficulty in translation if there are no words in a second language, all meanings of which do not correspond to all meanings of a word one wishes to translate. To deal with above issues caused by word ambiguity, I propose a multilingual semantic networks(MLSN) framework in this paper. The MLSN is a graph where multiple languages words, as nodes, are semantically linked through concepts, as another type nodes. I implemented MLSN in a graph database with datasets of WordNet in three languages: English, Japanese, and French. With MLSN, I conducted two analysis. In the first analysis, I investigate the meanings of ambiguous words such as “design” and Japanese word “Kansei”, and their semantic relations with relevant words in other languages. I found that there are no words corresponding to all meanings of those words in second languages. For the word “Kansei”, I illustrate semantic relations with words such as “emotion”, “affect”, “feeling”, “impression”, and “intuition” which are often used to define “Kansei”. In the second analysis, I discuss how MLSN supports to select and translate a set of words used as evaluation descriptors. I analyze 10 positive emotion words from well-established Geneva Emotion Wheel and their translation in French and Japanese. I demonstrate how MLSN automatically find translation mismatches and semantic independence between emotion descriptors.

Keywords : Design, Kansei, Emotion, Semantic network, Multiple language, Translation

1. 緒 言

言葉 (word) は、広く用いられている記号 (sign) である。近代言語学の父ソシュール (Ferdinand de Saussure) によれば、記号はシニフィアン (signifiant : 指し示すもの) とシニフィエ (signifié : 指し示されるもの) の組であると定義される (De Saussure, 2011)。この定義を言葉にあてはめると、文字あるいは発声される語がシニフィアン、語があらわす意味や概念 (concept) がシニフィエに対応する。このとき、一つの語があらわす概念は一つとは限らず、文脈によって複数の概念をとる場合が少なくない。ここに、一つの語が複数の概念をあらわす性質を、曖昧性 (ambiguity) とよぶ。たとえば、英語の “design” は文脈によって多様な意味をもち、機械技術者とファッションデザイナーではその意味が異なる。したがって、“design” には曖昧性がある。

一方、言葉は特定の言語 (language) に属する。複数の異なる言語を比較したとき、語と概念の対応関係が一致した言葉が存在しない場合がある。たとえば、日本語の「感性」は、英語において sensitivity, sensibility, sense な

どと訳される。しかし、「感性」と、それらの英語訳が示す概念は完全には一致しない。また、「感性」と意味が完全に一致する英語は存在しない。このことから、「感性」は”*Kansei*”としてしばしば国際的に用いられている。

言葉を概念共有の手段として用いるとき、曖昧性と言語間の意味的互換性は本質的な問題である。たとえば、「感性 (*Kansei*)」の定義について、国内外で多くの議論がなされているが、未だその統一的な理解に達しているとは言えない。このことは、設計工学の一分野である、感性設計 (*Kansei design*) の国際的な展開において本質的な問題の一つであるといえる。なぜなら、感性設計は、曖昧かつ翻訳が困難な語彙の組合せからなる言葉であるからである。

人の感性を設計要件とする感性設計においては、曖昧な言葉で表現される主観的な感覚や感情を、設計で利用可能な指標に置き換えることが求められる(Yanagisawa, 2011)。感性の指標を構築する際に、言葉を用いた感性の反応を取得する方法がしばしば用いられる(Yanagisawa et al., 2016)。たとえば、Semantic Differential 法(SD 法)では、複数の形容詞の対義語を用意し、それらを両極とするリッカート尺度を用いて評価者の反応を得る(Osgood, 1952)。このとき、選択した言葉(評価語)に曖昧性があると、実験者と評価者との間で意味の齟齬が生じるおそれがある。その場合、設計者が意図した反応を得ることはできない。また、複数の評価者の間で評価語のとらえ方が異なれば、意味の誤解が個人差の中に混入する。この場合、たとえ評価反応としての個人差がなかったとしても、評価語の意味解釈の個人差が評価値に現れる(Yanagisawa et al., 2007)。さらに、評価の対象を複数の言語圏に拡張する場合、評価語の翻訳が必要となる。このときに、同じ意味をもつ言葉を対訳として選択する必要がある。しかし、上で議論したように、言語間で意味的互換性のある言葉が存在しなければ適切な対訳が困難となる。対訳が適切でなければ、言語間の意味の不一致が評価値の差として混入することになる。

本報では、言葉の曖昧性と多言語における意味的互換性に対応するための技術として、多言語意味ネットワーク (MLSN: Multilingual semantic network) の枠組みを提案する。この枠組みにもとづき、英語、日本語、仏語の WordNet を用いた MLSN をグラフ型データベースとして実装した。実装した MLSN を、1)曖昧性を伴う言葉の多言語を用いた意味分析、および 2)評価語の選定と翻訳における評価と支援に適用した。1)では、曖昧性を有する言葉として、「感性」と”*design*”を分析対象とし、その意味を解析した。また、2)については、定評のある感情の評価尺度として GEW(Geneva Emotion Wheel)の感情語とその対訳(英日仏)を分析対象とした。これらの適用を通して、MLSN の有効性を議論する。

2. 多言語意味ネットワーク (MLSN: Multilingual semantic network)

2・1 枠組み

曖昧性を伴う語は、文脈によって複数の概念 (concept) をもつ。一つ以上の概念を共有する語の対は、その概念の文脈において類義語 (Synonym) である。そして、二つの語が共有する概念の文脈において、それらの言葉を言換えてできる。同様に、異なる言語の一对の語は、それらが共有する意味の文脈において翻訳可能である。

言葉の曖昧性、および異なる言語間の意味的な互換性を扱うためには、語とその概念を区別し、異なる言語の語を、概念を介して関連づけた意味ネットワークを整備することが有効であると考えた。すなわち、図 1 に示したように、多言語からなる語を語ノード (word node)、言語に依存しない概念を概念ノード (concept node) とし、語ノードと概念ノード、および概念ノード間の関係性をエッジとして結んだグラフである。

Fig. 1 Framework of multilingual semantic network

本研究では、図1に示したグラフ構造を多言語意味ネットワークの基本構成とした。MLSNを用いることにより、曖昧性をもつ語の多様な意味を、異なる言語からなる他の言葉との関係性から明らかにする分析が可能になると考えた。また、語の推薦（言換えや翻訳）が可能になると考えた。さらに、概念ノード間の関係性を利用することで、異なる言語からなる言葉の間の関係性や意味的な独立性を論理的に解析することができると考えた。なお、概念ノードのプロパティとして定義文(definition)を与えることで、概念の意味および語の文脈を明示した。

2・2 データソース

MLSNの枠組みに合致するデータソースとしてWordNetを用いる。WordNetは、プリンストン大学が開発した英語の語彙データベースであり、英語の名詞、形容詞、動詞、副詞が、それぞれシンセット(Synset)とよばれる類語の集合として分類されている(Miller, 1995)。一つの語が複数のシンセットに分類されることを許している。シンセットは、その意味を代表する語からなるIDと定義文が与えられている。シンセットの間の関係として、意味的な関係性が記述されている。たとえば、名詞においては、上位関係(Hypernym)、下位関係(Hyponym)などが定義されている。一方、英語以外の言語の語彙をWordNetのシンセットに分類する取り組みがなされている。たとえば、Open Multilingual WordNet projectでは、34言語のwordNetをXMLデータベースとして公開している。

2・3 実装

本研究では、WordNetのシンセットを概念ノード、多言語からなる語彙を語ノード、同義語の分類を概念ノードと語ノードとの間のエッジ、およびシンセット間の関係性をシンセット間のエッジに対応させた。MLSNの実装は、グラフ型データベースを用いた。グラフ型データベースは、ノード、エッジ、およびそれらのプロパティを定義することが可能なデータベースである。グラフ型データベースにWordNetを実装することで、ノード、エッジのプロパティ、およびそれらの関係性を条件とした柔軟かつ高速な部分グラフの検索、および部分グラフの可視化を可能とした。グラフ型データベースとして、最も普及しているオープンソースのNeo4jを用いた。実装した語彙は、WordNet3.1から英語(155,287語)、日本語WordNet1.1から日本語(117,659語)、およびWOLF1.0b4から仏語(55,350語)である。WordNet3.1の117,659個のシンセットを概念ノードとして実装した。

3. 多言語意味ネットワークを用いた曖昧性と共通性の指標

構築したMLSNを用いた語の曖昧性および、語と語の意味的関係性をあらわす定量指標を提案する。これらを指標として用いて、4章以降の分析を行う。

3・1 曖昧性 (Ambiguity)

ある語があらわす概念が多いほど、その語は曖昧である。そこで、MLSNにおいて、語ノードと関係をもつ概念ノードの数を曖昧性(ambiguity)と定義する。すなわち、

$$ambiguity(w) = |C_w| \quad (1)$$

ただし、 C_w は語ノード w がエッジを持つ概念ノードの集合である。

3・2 共通性 (Commonality)

二つの語が、どの程度同じ意味を共有するかは、語の言換え、翻訳、および意味の独立性や従属性の分析において定量的な指標となりうる。本研究では、二つの語ノードがもつ概念ノード間の和集合と積集合の要素数の比を、それらの語の意味的共通性(commonality)として定義する。すなわち、

$$commonality(w_1, w_2) = |C_1 \cap C_2| / |C_1 \cup C_2| \quad (2)$$

ただし、 C_i は語ノード w_i ($\in$ 任意の言語集合)の概念ノードである。共通性は0から1の値をとり、二つの語が共通する概念を持たない場合は0、二つの語の概念が完全に一致する場合は1をとる。

例として、英語、仏語の両言語にある単語“conception”を考える。図2に、NSLN から抽出した、仏語（左）と英語（右）の“conception”がそれぞれ概念とその関係をグラフで示す。図中のエッジ上にある“eng”、“fra”は、それぞれ、英語とフランス語の語ノードと概念ノードの間のエッジを意味する。図2から、仏語が9つ、英語が3つの概念をそれぞれ有することが分かる。このことから、仏語の conception の方が、より多様な概念を有し、曖昧性が高い語であることが分かる。また、仏語と英語が共有する conception の概念は2つある。式(2)により、共通性は $2/10=0.2$ となる。このように、字面が同じであっても言語によってとりうる意味や曖昧性が異なり共通性が1とならない場合がある。MLSN および共通性の指標を用いることで、多言語の語彙間の意味的関係性や関係度合いを示すことができる。

Fig. 2 Commonality between French and English “conception”. Left blue bubble is French, and right blue bubble is English. Yellow bubbles are concepts of word “conception”.

4. 曖昧性を伴う語彙の多言語意味分析

本章では、曖昧性と翻訳の難しさを伴う語として、日本語の「感性」と英語の“design”を取り上げ、MLSN を用いてそれらの意味構造と性質を明らかにする。

4・1 「感性」の意味分析

日本語の「感性」は曖昧性を伴う言葉であり、文脈によって意味が異なる。また、「感性」と同じ概念を共有する言葉が英語に見当たらない。そのため、感性を扱う研究分野においては、*Kansei* として国際的に用いられている。たとえば、感性と感情に関する国際会議 International Kansei Engineering and Emotion Research(KEER)、欧州における感性研究の組織として、The European Kansei Group(EKG)などがある。

感性を扱う研究領域は、文系から理系までの分野を横断する境界領域である。多様な分野は多様な文脈からの「感性」の意味をもたらす。その結果、感性という言葉の意味が多様となり、この言葉を使った正確な意思疎通が容易でない。日本語を母国語としない言語圏の人々にとって、曖昧で多様な意味で使われる *Kansei* は理解が困難な用語である。また、日本語を母国語とする人が、他の言語圏の人々に「感性」の意味を説明する際にも困難がある。

そこで、実装した MLSN を用いて、「感性」の意味を系統的に解析する。表1に、「感性」が含まれる WordNet の Synset とその定義文を示す。「感性」は、*sensitivity*, *sensibility*, および *sense* としてラベルされる Synset に含まれている。このことから、「感性」は4つの異なる概念を有し、曖昧性を伴う言葉であることがわかる。図3に、MLSN から抽出した「感性」の概念ノード、およびそれらの概念ノードに含まれる英語の語ノードの関係性をグラフで示す。概念ノードは、「概念のラベル名・品詞。同一のラベル名で異なる概念を識別するための番号」の形式で表している。品詞は、“n”が名詞(noun)を意味する。また、エッジ上にある“jpn”、“eng”、“fra”は、それぞれ、

日本語, 英語, フランス語の語ノードと概念ノードのエッジを意味する. 3つの英語の語ノード”sensitivity”, “sensitivity”, および ”sensitiveness”が, 「感性」とそれぞれ二つの概念ノードを共有している. また, これらと別に, ”sense”と一つ概念ノードを共有している. しかし, 4つの概念ノードの全てを有する英語の語ノードは見当たらない. このことから, 「感性」がもつ全ての概念と合致した英語の言葉は wordnet に存在しないことが分かる.

Table 1 Concepts of “Kansei” and their definitions. WordNet Synset (synonym set) is used as a concept.

concept	definitions
sensitivity.n.01	(physiology) responsiveness to external stimuli; the faculty of sensation
sensitivity.n.05	the ability to respond to affective changes in your interpersonal environment
sensibility.n.02	refined sensitivity to pleasurable or painful impressions
sense.n.05	a natural appreciation or ability

Fig. 3 A semantic network of Kansei extracted from MSN. Blue bubble represents a word node, and yellow bubble represents a concept node.

図3から, 「感性」の語義は, 英語の”sensitivity”, “sensibility”, “sensitiveness”, および”sense”を含むことがわかった. 一方, 感性に関する研究分野の英語論文から研究者らによる *Kansei* の定義を見つけることができる. たとえば, 原田らは, 感性工学に関わる研究者 60 名から「感性」の定義を取得し, その統計的な分析にもとづいて *Kansei* を”an internal process (a high function) of the brain, involved in the construction of intuitive reaction to external stimuli”と定義している(Harada, 1998). また, 長町らは, *Kansei* を”impression from a certain artifact, environment, or situation using all the senses of sight, hearing, feeling, smell taste as well as recognition.”と定義している(Nagamachi, 2002). Levy は, 「感性」の語源から意味を考察している(Levy, 2013). また, *Kansei* は, emotion や affect と近い意味で用いられる慣例が見られる. たとえば, 感性工学の英文誌 Journal of Kansei Engineering は, 2013 年に Journal of Affective Engineering に改名されている.

以上の定義や慣例的な用法を踏まえ, 感性と近い意味で捉えられている語として feeling, emotion, affect, impression, intuition を考えた. MLSN を用いて, これらの英語と日本語の「感性」との意味的な関係性を MLSN により分析する. 図4に, MLSN から抽出した感性とこれらの語の間の最短パスを示す. 概念ノードの間は, 上位関係 (hype: hypernym) と下位関係 (hypo: hyponym) のエッジにより関連づけられている. すなわち, 概念ノード A と B について, A-hype->B のとき, B が A の上位概念であり, A is a B を意味する. Hypo はその逆である. 図4では, 便宜的に, 概念ノードの上位・下位が上下となるようにノードを配置している.

図4から, feeling がもつ4つの概念ノードは, 相対的に上位の概念に位置していることがわかる. これらは, 「感性」, および emotion, affect, impression, intuition の概念ノードの上位概念として位置づけられている. 表2に, feeling の概念ノードの定義文を示す.

Fig. 4 Semantic relations of Kansei and related words such as feeling, emotion, affect, impression, and intuition.

Table 2 Concepts of “feeling” and their definitions

Concept	Definition
impression.n.01	a vague idea in which some confidence is placed
feeling.n.01	the experiencing of affective and emotional states
feeling.n.04	a physical sensation that you experience
feeling.n.06	an intuitive understanding of something

概念ノード feeling.n.04 は、「感性」の概念ノードと直接的な関係性を有していない。しかし、語ノード「感覚」を介して sense.n.05, sensitivity.n.01, および sensitivity.n.05 と関連づけられている。「感覚」は feeling.n.04, “a physical sensation that you experience” の概念を有し、物理的な刺激に対する感覚的な体験内容自体を意味する。一方、sense.n.05, sensitivity.n.01, および sensitivity.n.05 は、表 1 に示した定義から、それぞれ、”appreciation or ability...”, ”responsiveness ...”, ”ability to respond...”であり、総じて、物理的な刺激を感覚的な体験に変換する際の能力や反応性といった変換プロセスの性質を意味する。このことから、「感性」の語義は、感覚的な体験内容自体ではなく、そのプロセスの性質、すなわち刺激や感情を感じるための性質であるといえる。

概念ノード feeling.n.01 は、「感性」の概念ノード Sensibility.n.02 と、上位下位の概念関係をもつことがわかる。さらに、feeling.n.01 は、emotion と affect の概念ノードである emotion.n.01 および affect.n.01 の上位概念でもある。表 3 に、feeling.n.01 を上位概念として共有する、「感性」、emotion, affect の概念ノードを示す。これらは、feeling.n.01 の意味“the experiencing of affective and emotional states”が示すように、ある感情状態を経験することに関する意味である。ただし、感性の概念ノード、Sensibility.n.02 および Sensitivity.n.03 は、sensitivity すなわち感受性であり、感情を伴う経験をもたらすプロセスの性質である。一方、emotion.n.01 および affect.n.01 は、いずれも、感情を伴う経験内容自体を意味する。以上から、「感性」は、原田が提案した感性の定義“an internal process …”のように、感覚や感情の体験内容自体ではなく、それらの体験をもたらすプロセスの性質であるといえる。

Table 3 Concepts of “Kansei”, “emotion”, and “affect” that share same higher concept

Word	Concepts	Definition
Kansei	Sensibility.n.02	refined sensitivity to pleasurable or painful impressions
	Sensitivity.n.03	Sensitivity to emotional feeling (of self and others)
emotion	Emotion.n.01	Any strong feeling
Affect	Affect.n.01	The conscious subjective aspect of feeling or emotion

“Feeling”と“impression”は、概念ノード impression.n.01 を共有している。impression.n.01 は、“intuition”の概念ノード intuition.n.02 の上位概念である。feeling.n.06 は、intuition.n.01 の下位概念である。これらは、「感性」，“emotion”，“affect”が共有する上位概念の概念ノード feeling.n.01 と独立している。このことから，“impression”および“intuition”は、feeling と部分的に意味を共有するが、その意味は、「感性」、emotion, affect の意味と異なるといえる。

以上の分析から得られた知見を以下にまとめる。

- 「感性」，“emotion”，“affect”，“impression”，および“intuition”は，“feeling”の意味を上位概念にもつ。
- 「感性」，“emotion”，“affect”は、感情状態の経験という意味での feeling を上位概念にもつ。
- 「感性」は物理的な刺激に対する感覚と感情についての内的な体験自体ではなく、その体験内容をもたらすプロセスの性質である。
- 「感性」は，“impression”および“intuition”を直接的に意味しない。

4・2 “Design”の意味分析

英語の“design”は、異なる分野で広く用いられる言葉である。英語の“design”という言葉が指し示す意味は、たとえば、工学と工業デザインで異なる場合がある。表4に、名詞の“design”という語を含むシンセット（概念ノード）とその定義を示す。名詞の“design”は、7つのシンセットすなわち概念を有する。したがって，“design”は曖昧性をともなう言葉であるといえる。

“Design”の対訳を調べるため、概念の共通性が最大となる日本語および仏語の語ノードを MLSN から抽出した。その結果、日本語では、「デザイン」および「設計」を、それぞれ共通性 0.57, 0.33 で得た。また、仏語では，“conception”が共通性 0.42 で最大であった。共通性が 1.0 となる語が見当たらなかったことから，“design”と完全に概念が一致する言葉は、日本語と仏語に存在しないことがわかる。

図5に、MLSN から抽出した，“design”，「デザイン」，「設計」，“conception(仏語)”の語ノード，それぞれの概念ノード，およびそれらの関係性のグラフを示す。“Design”がもつ 8 つの概念のうち、日本語の「デザイン」は 4 つ，「設計」は 3 つのみを有する。“conception (仏語)”は 5 つの概念ノードを“design”と共有している。したがって、日本語のデザインや設計よりも“design”の概念を多く含んでいることが分かる。

「デザイン」，「設計」，および“conception (仏語)”は、2つの概念ノード design.n.01 および design.n.06 を共有する。これらは、なんらかの形態についてスケッチなどを通して取り組むことや、計画のためのスケッチを意味する。“Design”の語源はラテン語の designare であり、その意味は「計画を記号にあらわす」という意味である。この「記号」を「スケッチ」とすると、design.n.06 の意味に対応する。

「デザイン」のみが“design”と共有し、「設計」と“conception”が持たない概念として design.n.04 がある。design.n.04 は，“a decorative or artistic work”，すなわち装飾や芸術的な意味でのデザインであり、「設計」はこの意味を持たない。“Design”の直訳は「設計」であるが、装飾や芸術的な意味を含む場合、日本語では「デザイン」を当てている。また、仏語の“conception”もこの意味を持たない。

以上の様に、英語の“design”は本来広い概念を有するが、それらの一部の概念をもつ日本語、または仏語のみが存在する。そして、外来語としての「デザイン」は、design の一部の概念しか含まず、特に、「設計」や“conception (仏語)”が含まない“design”の概念（装飾や芸術的な意味など）をもつことが分かる。

Table 4 Concepts of “Design” and their definitions

Concept (synset)	Definitions
design.n.01	the act of working out the form of something (as by making a sketch or outline or plan)
design.n.02	an arrangement scheme
design.n.04	a decorative or artistic work
design.n.06	a preliminary sketch indicating the plan for something
invention.n.01	the creation of something in the mind
purpose.n.01	an anticipated outcome that is intended or that guides your planned actions
blueprint.n.01	something intended as a guide for making something else

Fig. 5 Concepts of “design” and related words in Japanese and French

5. 評価語の選定および翻訳に対する妥当性評価

感性設計では、感性の反応を取得するために、主観、生理、行動の3つのアプローチがとられる(Yanagisawa et al., 2016). このうち、主観は、もっとも広く用いられているアプローチである. 主観評価の方法として、設計対象の知覚、印象、感情をあらわす言葉を複数用意し、それぞれを評価尺度とした質問紙を作成する. このとき、選定した言葉に曖昧性があると、言葉の意味の誤解が生じることがある. したがって、多様な意味で捉えられる語は避けるか、あるいは、その語の意味を教示として説明するなどの対応が必要となる. 選定する複数の語は、それぞれ同意語とならないことが望ましい. 同意語に対する反応は似たものとなり、得られる情報の効率が悪くなる. (ただし、例外として、回答の信頼性を向上させるために同じことを違う表現で聞く方法もある. また、微妙な表現のニュアンスによる反応の違いを評価したい場合もある.) さらに、異なる言語圏の評価者に対して主観評価を実施する場合、評価語の翻訳が必要になる. このとき、同一の概念をもたない対訳を選定すると、異なる言語間で同一の評価尺度とならない.

本章では、MLSNを用いて、複数の評価語の意味的独立性、および翻訳の妥当性を調べる方法について議論する. ケーススタディとして、ジュネーブ大学のスイス感情科学センター (Swiss Center for Affective Science) が提供している感情の評価尺度である Geneva Emotion Wheel(GEW)を対象とした. GEW は、一般的に利用可能な感情の評価尺度として開発され、様々な研究において利用されている. 感情に関する分野横断的な研究成果にもとづき、感情の評価空間を網羅する 20 の感情表現語が選定され、それらを評価尺度とした質問紙を公開している (Scherer, 2005). 20 の感情表現語は、感情の正負をあらわす感情価 (Valence)、強度や支配性 (power/control) の二次元にもとづき、感情の次元を広く網羅するように選定されている. GEW は英語で開発され、その後、他の言語

に翻訳されている。翻訳の方法は、translation/ back-translation process (Van de Vijver and Leung, 1997)にもとづいて厳密に行われている。この方法では、二名のバイリンガルによって翻訳が行われる。まず、一人目のバイリンガルが英語から別の言葉（たとえば、日本語）に翻訳する。次に、もう一方のバイリンガルが、翻訳された言葉を英語に翻訳する。翻訳された英語がもとの英語と一致しなかった場合は、二名のバイリンガルがその原因を議論し合意できる訳語を選定する。

本研究では、20 の感情表現語のうち、正の感情をあらわす 10 語の英語、日本語、仏語を分析対象とした。MLSN を用いて、1)感情評価語間の意味的独立性、および 2)翻訳の妥当性を調べる。方法として、3 章で定義した共通性を用いる。1)について、感情表現語間で意味を共有していなければ共通性は 0 となる。逆に、共有する意味の一致性が高くなるほど共通性が 1.0 に近づく。したがって、異なる感情表現語の間では、共通性が 0 に近い方が望ましく、そうでない場合は、何らかの意味で同意語であるため検討が必要であると考えた。一方、2)について、翻訳語の間で共通性が 1.0 であれば意味が完全に一致した対訳である。共通性が 0 であれば、共有する意味が存在せず対訳としては妥当でないとと言える。このことから、翻訳としては共通性が高い方が望ましく、その値が 0 または低い値の場合、翻訳の再検討が必要になると考えた。

図 6 に、10 の感情表現語の英語、日本語、仏語、計 30 語について、共通性を総当たりの組み合わせに対して計算した結果を行列で示す。対角にある 3×3 の部分行列は、翻訳のペアを表す。そのため、共通性が 1.0 となることが望ましい。また、それ以外の非対角要素は異なる感情表現語間の共通性をあらわしており、共通性の値が 0.0 となることが望ましい。

		interest intérêt 関心	amusement amusement 楽しみ	pride fierté 誇り	joy joie 喜び	pleasure plaisir 快感	contentment contentement 満足	love amour 愛	admiration admiration 称賛	relief soulagement 安堵	compassion compassion 同情
		e f j	e f j	e f j	e f j	e f j	e f j	e f j	e f j	e f j	e f j
interest	eng	1 0.3 0.1	0 0.1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
intérêt	fra	0.3 1 0.1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
関心(kanshin)	jpn	0.1 0.1 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
amusement	eng	0 0 0	1 0.3 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
amusement	fra	0.1 0 0	0.3 1 0.1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
楽しみ(tanoshimi)	jpn	0 0 0	0 0.1 1	0 0 0	0 0.1	0.2 0.3 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
pride	eng	0 0 0	0 0 0	1 1 0.5	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
fierté	fra	0 0 0	0 0 0	1 1 0.5	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
誇り(hokori)	jpn	0 0 0	0 0 0	0.5 0.5 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
joy	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.3 0.2	0.2 0.1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
joie	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.3 1 0.2	0.1 0.1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
喜び(yorokobi)	jpn	0 0 0	0 0.1	0 0 0	0.2 0.2 1	0.4 0.3 0	0 0.1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
pleasure	eng	0 0 0	0 0.2	0 0 0	0.2 0.1 0.4	1 0.8 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
plaisir	fra	0 0 0	0 0.3	0 0 0	0.1 0.1 0.3	0.8 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
快感(kaikan)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
contentment	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.5 0.1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
contentement	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.5 1 0.3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
満足(manazoku)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0.1	0 0 0	0.1 0.3 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
love	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.9 0.3	0 0 0	0 0 0	0 0 0
amour	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.9 1 0.4	0 0 0	0 0 0	0 0 0
愛(ai)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.3 0.4 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0
admiration	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.8 0.2	0 0 0	0 0 0
admiration	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.8 1 0.1	0 0 0	0 0 0
称賛(shousan)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.2 0.1 1	0 0 0	0 0 0
relief	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.2 0.2	0 0 0
soulagement	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.2 1 0.3	0 0 0
安堵(ando)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.2 0.3 1	0 0 0
compassion	eng	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0.4 0.5
compassion	fra	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.4 1 0.5
同情(doujou)	jpn	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0.5 0.5 1

Fig. 6 Commonalities between 10 emotion words in English, French, and Japanese based on MSN

まず、1)の意味の独立性を調べる。英語においては、“joy”と“pleasure”の間で共通性が 0.2 であった。同様に、仏語の“joie”と“plaisir”の間の共通性は 0.1 であった。また、日本語の「喜び」は「満足」と共通性 0.1 で関係して

いることが分かる。いずれも共通性が低く、それ以外の感情表現語間においては共通性が 0.0 であるため、評価語間の独立性が高い語彙であることが確認された。

次に、2)の翻訳妥当性について調べる。英語と仏語の間で共通性が0.0となるペアは見当たらない。一方、日本語と英語の組みでは、「楽しみ」と“amusement”，「快感」と“pleasure”において、共通性が0.0であった。「快感」は仏語“plaisir”とも共通性が0.0である。一方，“pleasure”と“plaisir”は、「楽しみ」および「喜び」と一定の共通性を有する。

”joy”, ”pleasure”, ”joie”, plaisir”, 「楽しみ」, および「喜び」の意味的な関係を詳細に調べるために, これらの語の MLSN における最短パスを求めた. 図7の結果をグラフで示す. ”joy”, ”pleasure”, ”joie”, plaisir”は概念ノード joy.n.02:”something or someone that provides a source of happiness”の意味で同意語である. また, 「喜び」は, 概念ノード joy.n.02 に加え, これらの英語, 仏語と多くの概念ノードを共有していることがわかる. このことから, 「喜び」は, ”joy”および”pleasure”のいずれの翻訳としても妥当であると考えられる. 一方, 「楽しみ」は, ”pleasure”, および”plaisir”と3つの概念ノードを共有し, ”joy”および”joie”とは, 概念ノードを共有していない. このことから, ”joy”と”pleasure”は「喜び」に加えて「楽しみ」の意味が含まれていることがわかる.

以上から、概念ノード joy.n.02 の意味で感情を評価したい場合は、“joy”と“pleasure”を統合し、その訳語として「喜び」を用いることが妥当であると考えられる。一方、それ以外の意味で用いる場合は、pleasure の訳語として、「喜び」と「楽しみ」の両方を与えるか、概念ノードの定義文を参考に、意図する意味を教示するなどの工夫が必要になると考えられる。

Fig. 7 shows related concepts and relations of “joy” and “pleasure”, and their related words in French and Japanese

以上の分析から、評価語を選定する側が意図した意味をあらわす概念ノードを用いて、言語内における共通性を 0.0、言語間における共通性を 1.0 に近づける様に、語と対訳を選択する方法が有効であると考えた。この考えにもとづき、MLSN を対話的に用いた評価語の選定、および翻訳の一般的な手順を以下に提案する。

- (1) 初期評価語の選定: 評価対象に対して n 個の評価語 $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ を選定する.
- (2) 意図した概念の選択: 評価語もつ概念とその定義を MLSN から抽出する. その中から, ユーザが意図した意味と合致する概念ノードを一つ以上選択し, 評価語 w_i に対する選択概念集合 $C_i (i = 1, 2, \dots, n)$ とする.

- (3) 概念の独立化： 選択概念集合間の全てのペアについて、共通性 $|C_i \cap C_j|/|C_i \cup C_j|$, ($i \neq j, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n$) を計算する。全てのペアの共通性が 0.0 となるように、すなわち意味的に独立になるように、選択概念集合に含まれる概念ノードの配分を調整する。調整後の選択概念集合を C_i' とする。
- (4) 評価語の推薦と選択： C_i' との共通性が 1.0 となる語ノードを MLSN から検索し、その中から新しい評価語を選択する。もし、共通性が 1.0 となる語が見つからない場合は、 C_i' を含み、共通性が最大となる語の中から選択する。
- (5) 対訳語の選定： (4) を翻訳対象の言語について行うことで、対訳の語を選択する。
- (6) (5), および(6)において、条件を満たし共通性の高い語が見つからない場合、(3)に戻り、選択概念集合の配分を再度調整する。

MLSN を対話的に用いる理由は、評価語を選定する側の意図にもとづく判断が必要なためである。MLSN は、語が取りうる概念、語の意味関係、共通性にもとづく語の推薦について網羅的な提示にする。MLSN を対話的に用いることで、ユーザの意図の反映と網羅性を確保した語彙の評価、分析、選定が可能になると考えられる。

6. 結 言

本研究では、語の曖昧性および多言語間の意味的互換性に対応するために、語と概念を分離し、多言語の語を、概念を介して関係づける多言語意味ネットワーク(MLSN)の枠組みを提案した。そして、この枠組みにもとづき、WordNet をデータソースとしたグラフ型データベースを構築した。

MLSN を用いて、曖昧性を有する語句として、“design”と「感性」の意味について、英語、日本語、仏語を用いて解析した。その結果、“design”および「感性」のいずれも複数の概念を有し、それらの概念を取りえる語彙が他の言語に存在しないことを示した。そして、意味が類似する語彙との関係性と相違を、グラフ表現を用いて視覚的に明らかにした。

さらに、MLSN を評価語の選定および翻訳の妥当性評価に適用した。感情科学およびバイリンガルによって厳密に選定、翻訳された Geneva Emotion Wheel(GEW)の感情表現語について、本研究で提案した共通性にもとづく意味の独立性解析を行った。その結果から、独立性を確保するように選定された感情表現語において、意味を共有するペアを抽出した。また、感情表現語の対訳において、意味が独立となる語を抽出した。このことから、MLSN を用いることで、評価語の意味の独立性と訳語の妥当性を定量的に評価できることを示した。これにもとづき、意味の独立性と翻訳妥当性を確保した評価語とその対訳の選定を、MLSN を用いて行う手順を提案した。

本研究では、名詞を対象とした分析を示した。一方で、感性を扱う問題では、形容詞やオノマトペなどを扱う必要があり、これらの品詞に対する MLSN の応用性についての検討が今後取り組むべき課題である。

謝 辞

本研究は、東京大学工学系研究科戦略的サバティカル制度の支援を受けて、パリにあるグランゼコール École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM ParisTech)の Laboratoire de Conception de Produits et Innovation(LCPI)にて実施した。Prof. Carole Bouchard をはじめ LCPI のメンバーには、研究内容だけでなく仏語の用法や意味についても貴重な議論を頂いた。ブリュッセルにある Toyota Mortar Europe の Kansei Design Division の方々には、Mme. Carole Favart, Dr. Theo Mahut はじめ 多国籍企業における感性デザインの実践の観点から、本研究で開発した MLSN に対する有用性の評価と企業における応用性について貴重な議論を頂いた。ジュネーブ大学感情科学センター (Swiss center for affective science) の言語学者 Dr. Cristina Soriano には、GEW 感情表現語の翻訳プロセスの解説と、MLSN に対する言語学の観点からの評価を頂いた。パリにある ENSCi のデザイナー Mme. Kenza Drancourt と共同で実施した Food design の研究において、MLSN を評価語選定と英仏翻訳に応用しその実効性を確認した。慶應義塾大学の福田収一先生、ならびに筑波大学の山中敏正先生には、ENSAM ParisTech での在外研究を薦めて

いただいた。東京大学の村上存先生、設計工学研究室の皆様、ならびに東京大学機械工学専攻の皆様方、国内のプロジェクトおよび研究室のメンバーは、小生を快く在外研究に送り出してくれた。心より感謝申し上げます。

References

- De Saussure, F., *Course in general linguistics* (2011), Columbia University Press.
- Harada, A., *Definition of Kansei, Evaluation of Kansei 2* (1998), Report of Modeling the Evaluation Structure of Kansei.
- Levy, P., *Beyond kansei engineering: The emancipation of kansei design*, *International Journal of Design*, Vol.7, No.2 (2013), pp. 83-94.
- Miller, G. A., *WordNet: a lexical database for English*, *Communications of the ACM*, Vol. 38, No.11 (1995), pp.39-41.
- Nagamachi, M., *Kansei engineering as a powerful consumer-oriented technology for product development*. *Applied Ergonomics*, Vol. 33, No.3 (2002), pp.289-294.
- Osgood, C. E., *The nature and measurement of meaning*, *Psychological Bulletin*, Vol.49, No.3 (1952), p.197.
- Scherer, K. R., *What are emotions? And how can they be measured?* *Social Science Information*, Vol. 44, No.4 (2005), pp.695-729.
- Van de Vijver, F. J. R. and Leung, K., *Methods and Data Analysis for Cross-Cultural Research* (1997), Sage Publications, Inc.
- Yanagisawa, H., *Kansei quality in product design*, In Fukuda S. (eds) *Emotional Engineering* (2011), Springer, London, pp. 289-310.
- Yanagisawa, H., Murakami, T., Noguchi, S., Ohtomi, K. and Hosaka, R., *Quantification method of diverse kansei quality for emotional design: application of product sound design*, *ASME 2007 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (2007), Paper No. DETC2007-34627.
- Yanagisawa, H., Nakano, S. and Murakami, T., *A proposal of kansei database framework and kansei modelling methodology for the delight design platform*, *Journal of Integrated Design and Process Science*, Vol. 20, No.2 (2016), pp.1-12.