

ゲシュタルト理論に基づく 思いこみ修正支援 HCI モデル

池田文人[†]

思いこみは様々なエラーを引き起こす。思いこみとは、他に関連する多くの情報があるにも関わらず、偏った情報だけを結びつけて「一つのまとまり（ゲシュタルト）」とする脳の働きである。一方、コンピュータはゲシュタルトをもたない。ゲシュタルトに関するこのような人間とコンピュータの相反する性質を利用して、人間の思いこみを修正する HCI モデルとその実現のための新しい知識表現法を考案した。紙媒体による模擬実験により本モデルの有効性が統計的に認められた。今後はコンピュータへ実装し、実際の利用において評価する。

A HCI Model for Rectifying Delusions Based on Gestalt Theory

FUMIHITO IKEDA[†]

Our delusions make us various errors. Our brains bind some biased information and view it as a "whole (Gestalt). That is the delusion. On the contrary, computer is completely free from delusions or Gestalt. Using this antithetic tendency related to Gestalt, I developed a HCI model for rectifying delusions and a new knowledge representation method for the model. By its paper simulation, the model has the effect statistically. In the future I will implement the model in a computer and evaluate it in a real use.

1. はじめに

SE とヘルプデスクとの間で非同期に行われた約 1 万組の質問と回答に関する調査によると、質問者である SE が質問にトラブル状況ばかり記述すると、満足いく回答を迅速に得ることはできない[1]。このような SE は、自分の置かれているトラブル状況さえ説明すればよいという思いこみを無意識にもってしまっている。逆に、トラブ

ル状況だけでなく、トラブルに至った背景情報やシステムの目的などを十分に説明した質問は、満足する回答を迅速に得ることができている[1]。つまり、偏った情報だけを結びつけ、それがすべてとする思いこみは生産性を下げる。こうした思いこみは重大事故につながる可能性もある。交通事故[2]や航海事故[3]、医療事故[4]、原発事故[5]などは人間の思いこみによるヒューマン・エラーである。

こうした思いこみは、人間の脳が偏った情報だけを結びつけ、それだけですべて、すなわち全体性＝ゲシュタルトを認識してしまう現象であり、それ以外の情報を排除してしまう。プライミング効果[6]もまさにこうした思いこみである。ゲシュタルトを形成する規則には、例えば、空間的・時間的に近い情報同士を結びつけるというものがあり[7]、上述した思いこみの例やプライミング効果はまさにこの規則に該当する。いったんゲシュタルトが形成されると、その全体性の下に個々の情報が再統合され、部分を切り出すことは難しくなる[8]。また我々の知識や意識も同様の性質をもっている[9][10]。人間の脳は一方でゲシュタルト崩壊を起こす。あるものに意識を集中し続けるとその全体性を認識できなくなる現象である。例えば、ある漢字を凝視し続けると、その漢字を構成する部首等の部分がばらばらに認識され、意味が分からなくなり、まったく新しい漢字のように錯覚される[11]。このゲシュタルト崩壊のメカニズムは未解明であるが、知覚される対象が複雑であったり、ノイズが入っていたりすると、ゲシュタルト崩壊を生じやすいことが報告されている[12]。

他方、コンピュータはゲシュタルトを形成することはない。人間が与えた規則に従って、すべての情報に対して網羅的に規則を適用し処理する。したがって、人間が範囲を指定しない限り、偏った情報だけに規則を適用することはあり得ない。この点が、偏った情報だけに規則を適用して思いこみというゲシュタルトを形成してしまう人間とは異なる。逆に言えば、人間の意識は同時に数個の事柄にしか集中できない[10]ため、多数の情報を網羅的に扱うことはできないが、コンピュータにはそれができる。

以上のようなゲシュタルトに関する人間とコンピュータの相反する性質を利用すれば、人間の局所的なゲシュタルトである思いこみを解消し、より大局的ゲシュタルトへと修正するような Human Computer Interaction (HCI) が可能だと考えた。本研究はこのような HCI モデルを提案し、その効果を検証する。

2. 思いこみ修正支援 HCI モデル"ZERO"

提案する思いこみ修正支援 HCI モデルは Zapping by Encompassing (情報を網羅することで局所的思いこみを叩き壊し) & Reintegration by Orchestrating (多様な情報をブレグナンツに基づいて編成することにより再統合する) することから、それぞれのプロセスの頭文字をとって“ZERO”と呼ぶ。それぞれのプロセスは以下の通りである。

- ある部分的な情報に係る多様な情報をコンピュータが網羅し、ユーザに提

- 供する (Encompassing). 例えば, “ground=地面” という局所的な思いこみをしているユーザに対して, ground のすべての意味情報を網羅し, 提示する. これは, 知覚する対象の複雑化がゲシュタルト崩壊を誘発するという知見に基づく.
- しかし, 人間は, 網羅的情報を提示されても, その中の自分に都合のよい情報しか認識しない傾向にある. そこで, 元の部分的情報から類推しづらい情報ほど, 元の情報の近くに配置したものをコンピュータが提示することにより, ユーザの局所的思いこみを壊す (Zapping). 例えば, 名詞の ground の意味の中で, 辞書では一番最後に記載されている「かす」という情報を「地面」という一番最初の意味の一番近くに配置する. 人間のゲシュタルト的な脳の働きにより, 近いもの同士を結びつけようとするが, それらの意味がかけ離れている, すなわち複雑化することにより, ゲシュタルト崩壊を促進する.
 - コンピュータが, これらすべての情報を, ゲシュタルトを形成するプレグナンツに基づいて編成したものをユーザに提示する (Orchestrating). 例えば, ground という単語の様々な意味を, 類似性や近似性などの視点からコンピューターの画面上に配置する.
 - ユーザがプレグナンツに基づいて編成された情報を見ることにより, 多様な情報を統合した, より大局的な思いこみを形成する (Reintegration)

3. ZERO を実現するための知識表現"GPR"

ZERO を実現するためには, 網羅した情報をゲシュタルトを形成するプレグナンツに基づいて編成し, 我々に大局的なゲシュタルトを形成させるような知識表現方法が必要となる. プレグナンツには, 「閉鎖の法則 (部分が欠けていても完全なゲシュタルトを形成する)」, 「類似の法則 (類似した色や形のもの同士はゲシュタルトを形成する)」, 「近接の法則 (時間や空間において近いもの同士はゲシュタルトを形成する)」, 「対称の法則 (対称なもの同士はゲシュタルトを形成する)」, 「同調の法則 (動きや明滅などの変化が同調しているもの同士はゲシュタルトを形成する)」, 「よい運命の法則 (滑らかにつながるもの同士はゲシュタルトを形成する)」などがある[7][8]. これらの法則は知覚についての知見であるため, これらの法則を知識表現の法則として解釈し直す必要がある.

「類似の法則」は言葉における「類義語」に該当する. 例えばジーニアス英和辞典第3版で ground を引くと第一番目の意味として, 「運動場」「グラウンド」「場所」「用地」「敷地」といった言葉が記載されている. これらの言葉は ground の一番目の意味を表す類義語の集まりだと解釈できる.

「近接の法則」は言葉における単語間の共起関係に相当する. すなわち, ある文に A と B という単語が含まれていれば, A と B という単語は時間と場所を共有している

と解釈できる. 例えば辞書の中である単語がある意味で使われている例文がある場合, その例文中にその単語と一緒に出現する単語が近接の法則を満たしているとみなす.

「対称の法則」は言葉における「反対語」が該当する. 例えば「地面」という単語の反対語である「空」や「空中」, 「天」といった単語が「地面」とともにゲシュタルトを形成する.

表1: ground に関する GPR の例

意味	類似	近接	対称	同調	よい運命
運動場	グラウンド, 場所, 用地, 敷地	遊園地, ピクニック場, 野球場, 猟場	野原	整備する, 広がる	広い, 狭い
地面	地表, 土地, 土, 土壌	地中, 地下, 覆う, 耕す, 小さな	空	耕す, 広がる	広い, 狭い
根拠	理由, 原因, 基礎, 基盤, 前提	病気, 株券, 盗む, 責める	主張	示す	ある, ない
立場	見地, 意見	共通の, 立つ, 安全な, 危険な, 変える, もつ	自我	立つ, 示す	ある, ない
領域	分野, 話題, 問題	触れる	点	開拓する, 見つける	広い, 狭い
下塗り	下地, 地 (じ)	絵, 織物	上塗り	はがす	ある, ない
海底	浅瀬	乗り上げる	海上	沈む	広い, 狭い
かす	澱 (おり)	コーヒー		集める, 沈む	細かい, 粗い
地面の	地上の	上, 下, 間	空中の	移動する, 変化する	上の, 下の, 間の
基礎の	根本の	基礎, 歴史, 説明	応用の	教える, 説明する	必要な
基礎を置く	確立する	人, 事, 根拠, 理論, 議論, 基づく		置く	置かれた
基礎を教え込む		学生, 英文法, 徹底的に, 十分に	応用を教える	教える	徹底的に, 十分に
地面に置く	飛行中止にする, 着陸する	飛行機, 武器, 置く, 降伏する, 霧, 離陸する	持ち上げる	置く	置かれた
挽いた	粉末の, 細かい	米, 粉, 牛肉		挽く	挽いた, 細かい

「同調の法則」は言葉における同じ動詞を伴う単語同士の関係に該当する。例えば ground が「地面」という名詞の意味で使用されている例文中に cover (覆う) などの動詞が含まれる。そして cover を伴う他の単語には、椅子 (布で覆われる) やパン (バターで覆われる) がある。したがって、cover という共通の動詞によって「地面」と「椅子」と「パン」がゲシュタルトを形成するとみなす。

「よい運命の法則」は言葉における同じ状態を意味する言葉、すなわち同じ形容詞や副詞を伴う単語同士の関係に該当する。例えば“ground (挽かれた) コーヒー豆”と“ground (挽かれた) 牛肉”という表現があった場合、「挽かれた」という共通の状態 (形容詞) により「コーヒー豆」と「牛肉」が結びつけられる。

最後に「閉鎖の法則」であるが、これは他の法則のベースになっている。この法則は我々の脳の働きが「閉じたがる」、すなわち「囲いたがる」あるいは「分けたがる」傾向をもつことに由来する。つまり、他の法則はすべてこの閉鎖の法則によってゲシュタルトとして認識されている。似たもの同士で閉じる、近接したもの同士で閉じる、といった具合である。人間の行動も「閉じたがる」ことが指摘されている[13]。すなわち、目的を終結させよう (=閉じよう) とする意識によって行動は左右される。また分類という脳の働きも脳の「閉じたがる」性質によると考えられる。そして言葉は分類に他ならない[14]。例えば「白」という単語は白いものとそれ以外とを分類しているからである。したがって言葉そのものがこの閉鎖の法則に基づいていると言える。

以上、知識あるいは言葉におけるプレグナンツの解釈に基づいた知識表現を GPR (Gestalt Pragnanz Representation) と呼ぶ。この GPR により辞書 (ジーニアス英和辞典第 3 版) に記載されている ground の主な意味をまとめた例を表 1 に示す。上記の辞書に記載されていない情報は Web 検索を利用して補完した。例えば辞書には「地面の」という意味で例文がないため、google 等を用いて「地面の」を検索し、「地面の上」「地面の下」「地面の間」といった事例を抽出した。この図は ZERO モデルにおける Encompassing プロセスでユーザに提示される。

GPR と従来の知識表現 (オントロジー, RDF, DATR など) との大きな違いは意味を定義してしまわないことである。たとえばオントロジーでは文書等の知識の内容を説明する意味情報 (メタデータ) を記述する用語を定義する[15]。用語を定義することにより、意味まで踏み込んだ文書検索等を可能にすることを目的としている。このような考えは RDF (Resource Description Framework)[16]や DATR[17]でも同様である。しかし、こうした用語に対する解釈、すなわち思いこみそのものが、個人や置かれている状況によって異なる。コンピュータを介して誰かの定義を他者に押し付けるのではなく、個人個人がそれぞれ異なる思いこみを修正しながら、より大局的なゲシュタルトを形成できるよう支援することが本研究の目的である。このため GPR は辞書情報を用いているが、ある言葉 (単語) と共起する言葉 (単語) をプレグナンツにより分類し、ユーザに提示するに留めている。コンピュータは、ユーザのゲシュタルトの

働きを適度に誘発する緩い知識表現をもっていけばよく、そこからより大局的なゲシュタルトを形成するのは人間に任せる、というのが本研究の立場である。

4. GPR に基づく ZERO モデルの効果の検証

紙媒体を用いた模擬実験により ZERO モデルを評価した。本実験の目的は、ZERO モデルを被験者が利用することにより、局所的な思いこみを解消し、大局的な思いこみを形成できるかどうかを検証することである。ZERO モデルでは、Encompassing, Zapping, Orchestrating という一連のプロセスをコンピュータがユーザに提供することにより、ユーザが局所的思いこみから大局的思いこみへと Reintegrating する。そこで、局所的思いこみをしている被験者を、(1) Encompassing のみ実施するグループ、(2) Zapping のみ実施するグループ、(3) Orchestrating のみ実施するグループ、(4) これら三つのプロセスをすべて実施するグループ (ZERO グループ)、の 4 グループに分け、局所的思いこみを解消し、より大局的な思いこみを形成できた被験者の比率を調べた。

4.1 実験のフレームワーク

実験は以下の四つの課題により構成された。課題 3 が、先述した被験者を 4 グループに分けて行う課題である。それ以外の課題は被験者全員が同じ課題を実施した。また課題 2 と課題 4 は同一課題である。

課題 1 : 局所的思いこみを植え付ける課題 (2 分)

課題 2 : 局所的思いこみの有無を判定する課題 (2 分)

課題 3 : ZERO モデルの効果を検証するためのトレーニング課題 (3 分)

課題 4 : 局所的思いこみの解消と大局的思いこみの形成を判定する課題 (2 分)

4.2 被験者

2007 年 7 月 2 日に近畿地区の某高等学校で行われた大学説明会に参加した 1 年生 49 名を被験者として実験を行った。この高等学校はその地区におけるいわゆる進学校であり、学力にばらつきの少ない生徒が入学している。また調査を行った時期は入学から間もない時期であり、まだ理系・文系の区分も行われておらず、学力のばらつきもまだ少ないと考えてよい。さらに、本実験で出された課題は英訳であるが、単語の意味はほとんどすべて辞書の情報を提示しており、本質的には日本語の課題である。したがって、本課題を遂行する上で学力的なばらつきはほとんどないと考えた。

4.3 実験内容

4.3.1 課題 1 : 「思いこみ」を植え付ける課題と評価基準

ground が「地面」という意味で使われている 8 つの英文を読み、すべての英文中の ground に共通する意味を日本語で解答する。制限時間は 2 分とする。使用した英文は以下の通りである。ground 以外の単語の多く (we や前置詞を除く) にはルビで訳を付

した。「地面」や「大地」などと解答できれば基本的な英語の読解力および日本語力があると判断する。

- We slid down the roof and dropped to the ground.
- The war was largely fought on the ground.
- The farmer cultivated a bit of ground.
- Eyes on the sky, feet on the ground.
- The garbage was buried in the ground.
- A well is a hole in the ground.
- We laid power lines under the ground.
- There were small plants all over the ground.

4.3.2 課題2 : 「思いこみ」を判定する課題と判定基準

以下の英文を和訳するという課題を全員に与えた。出て来る単語の多く (be 動詞や前置詞などは除く) について辞書 (ジーニアス英和辞典第3版) に記載されているすべての意味を課題用紙に記載した。評価の視点は ground の訳し方 (記載した意味の選択の仕方) である。「挽かれた」に類する言葉, たとえば「すりつぶした」や「粉末の」などと訳していれば「思いこみ」をしていないと判定する。一方, 「地面」と訳していれば課題1において「思いこみ」を植え付けられたと判定する。それ以外の訳をしている被験者は, 課題1に「地面」に類した解答ができていれば, ground の解釈に迷っている状態と判定する。

- Finely ground grain is more rapidly digested, and so has a higher glycemic index, than more coarsely ground grain.

4.3.3 課題3 : ZERO モデル検証のためのトレーニング課題

先の課題による判定結果に基づいて分けられた被験者を, さらに Encompassing グループ, Zapping グループ, Orchestrating グループ, ZERO グループに振り分け, それぞれ以下の課題を与えた。振り分け方は, 四種の課題用紙を一組ずつ交互に重ね, 先の判定で同じ判定をされた被験者ごとに, 自由に上から取らせる。つまり, 1番目を取る被験者は Encompassing グループに, 2番目を取る被験者は Zapping グループに, 3番目を取る被験者は Orchestrating グループに, 4番目を取る被験者は ZERO グループに, 5番目を取る被験者は最初に戻って Encompassing グループに, といった具合である。なお, どのグループに割り振られたかは被験者には伝えない。

Encompassing グループの被験者は表1を1分間で覚えるという課題を3回行った。この図は, ground のもつそれぞれの意味に対して, ゲシュタルト・プレグナンツを想起させる情報を網羅した (Encompassing) ものだからである。情報量を増やすことにより, ユーザのゲシュタルト崩壊を誘発する。

Zapping グループの被験者は図1を1分間で覚えるという課題を3回行った。この図は表1に示した ground の意味を表す単語に対して, 「地面」という概念からの想起し

やすさに基づき作成された。その作成方法は以下の通りである。辞書を引くと, ある単語の意味が品詞ごとに順番に列挙されている。品詞ごとの順番をその単語の意味の想起しやすい順序であるとみなす。すると, 表1において「地面」は名詞の2番目の意味として出現する。ground の名詞の意味は, 「運動場」から「かす」までの10個あった。この順序は意味の想起しやすさに応じて等間隔で並べられていると仮定すると, 「地面」から「運動場」までの距離は「1」, 「地面」から「かす」までの距離は「8」となる。これらの距離の逆数に比例した距離が, 中心である「地面」と各意味 (単語) との距離になる。「地面」からの想起のしやすさと距離とを反比例させることにより局所的思いこみを崩壊させる効果が期待できる。この計算を各品詞について行う。意味の少ない品詞は分布が疎となり, 多い品詞は密となる。

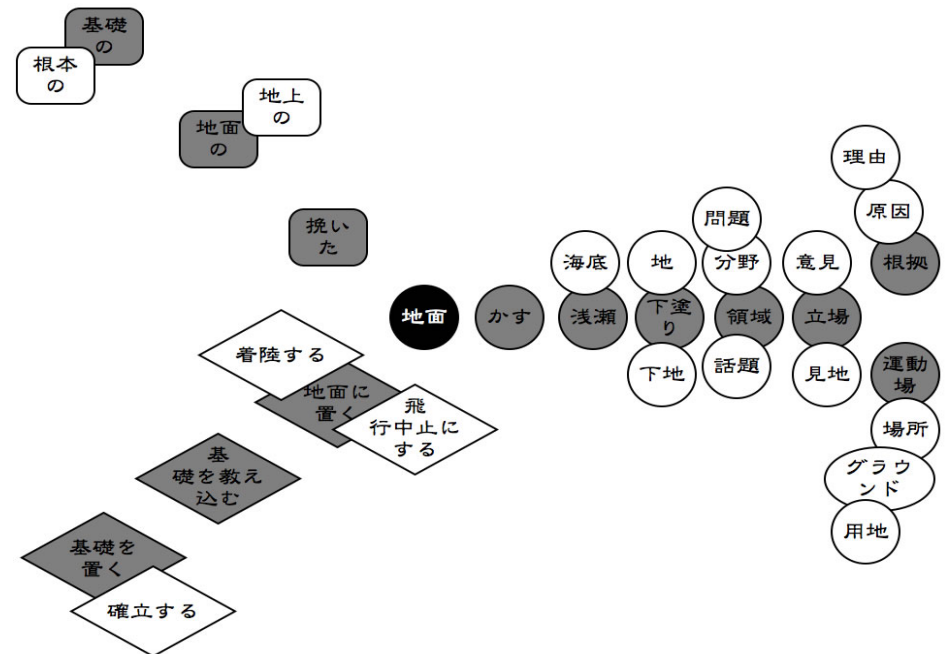


図1 : Zapping で使用したグラフ

Orchestrating グループの被験者は図2を1分間で覚えるという課題を3回行った。この図は表1における個々の意味を重ね合わせて図示したものである。作成方法は以下のとおりである。まず, 表1において共通の言葉 (単語) とそれを含む意味の組を抽出する。たとえば, よい運命の法則における「広い」および「狭い」を共有している

意味は「運動場」、「地面」、「領域」、「海底」である。そこで、「広い」および「狭い」からそれぞれの意味を線で結ぶ。次に、それぞれの意味がもつ、類似、近接、対照、同じ動きを表す言葉（単語）をその意味の周囲に配置する。対照を表す言葉と元の意味は両向きの矢印で結び、それ以外は線で結ばない。このような処理を繰り返すことにより、図2のようなグラフが出来上がる。すべての言葉（ノード）を線等で結ばない点が、従来のネットワーク型の知識表現とは異なる。このような曖昧なグラフ表現を用いることにより、ユーザのゲシュタルト認知の働きを支援するのが目的である。図2は表1に比べて意味（単語）間の関係を認識しやすいため、ground のもつ意味についてのより高次のゲシュタルト形成をユーザに促すことが期待できる。

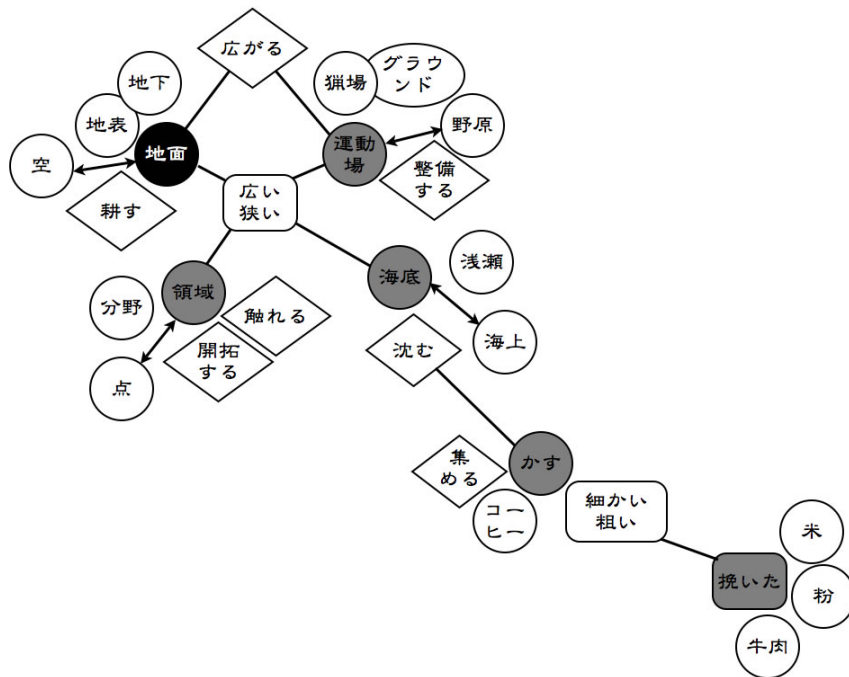


図2：Orchestrating で使用したグラフ

最後に ZERO グループの被験者は、Encompassing, Zapping, Orchestrating の各課題をそれぞれ1回（1分）ずつ、合計3分間行った。

4.3.4 課題4：「思いこみ」の解消を判定する課題と判定基準

課題2と同一の課題を与えた。解答時間も同じにした。この課題は、課題2におい

て局所的思いこみを植え付けられたと判定された被験者に対して、Encompassing, Zapping, Orchestrating をそれぞれ別々に行った場合と、それらを連続して行う ZERO モデルの場合とにおいて、局所的思いこみの解消と大局的思いこみの形成に有意な差があるかどうか調べることが目的である。すなわち、(1) Encompassing のみ、(2) Zapping のみ、(3) Orchestrating のみ、(4) ZERO モデル、の4グループに分けられた被験者に対して、ground の訳し方に差があるかどうか調べた。ground の訳し方について以下の三つの場合に分類して判定した。

一つ目は「挽かれた」に類する訳をした場合である。この場合、ground の意味をより大局的なゲシュタルトとして認識できたと判定する。「挽かれた」という意味の ground は、grind (挽く) の過去・過去分詞形であり、地面や土地という ground の原義から派生したものではない。したがって、課題2で ground を「地面」およびそれに類する言葉で訳していた被験者が、課題4では「挽かれた」と正しく訳すことができたということは、「地面」や「土地」から派生した意味のゲシュタルトと、それとはまったく異なる grind に由来する意味のゲシュタルトを統合できていると解釈する。

二つ目は「地面」に類する訳をした場合である。この場合は、「思いこみ」を解消できていないと判定する。

三つ目は上の二つの場合以外の訳をした場合である。この場合、被験者は ground の意味についてゲシュタルト崩壊を起こしたと判定する。なぜなら、課題2で“ground = 地面”という「思いこみ」を植え付けられていた被験者が、それ以外の意味の可能性に気づいたにも関わらず、ground のもつ多くの意味の全体を適切に認識できていない状態だからである。

なお、課題2において、局所的思いこみをしていないと判定された被験者、および、迷っていると判定された被験者も課題3、4を行った。局所的思いこみをしていないと判定された被験者は、ground の意味について大局的ゲシュタルトを形成しているはずであるので、課題3における4種のトレーニングのいずれを行った後でも課題4で正しく訳することができるはずである。また、課題2において迷っていると判定された被験者には二種類ある。一方は、ground の意味をたくさん与えられたためにゲシュタルト崩壊を起こし、本当に迷っている場合である。他方は、そもそも ground の意味について「地面」や「挽かれた」に類する言葉以外の「思いこみ」をしているために、問題用紙に記載されている ground の多くの意味をほとんど認識していない場合である。本実験ではこの両者を区別することはできない。

4.4 実験結果

4.4.1 課題1の結果

被験者全員が「地面」、およびそれに類する解答（「大地」、「地」など）をしていた。

4.4.2 課題2の結果

「すりつぶされた」「細かい」「粉末の」など「挽かれた」に類する正しい訳をして

いた被験者は4名、「地面」に類する訳をしていた被験者は40名、残りの5名はいずれとも異なる訳をしていた。

4.4.3 課題3の結果

課題2で正解している4名の被験者は課題3においてそれぞれ異なる4種のトレーニング課題を行った。課題2で「地面」に類する訳以外の訳をしていた5名は、ZEROの課題を2名、残りの3種の課題を各1名が行った。残り40名の被験者は、4種の課題にそれぞれ10名が取り組んだ。

4.4.4 課題4の結果

課題2で正解している4名は課題4においても全員が正しく訳せていた。課題2で、「挽いた」もしくは「地面」に類する訳以外の訳をしていた5名の結果は次のとおりであった。課題3でZEROモデルに取り組んだ2名は二人とも「挽かれた」に類する正しい訳をした。Orchestratingに取り組んだ被験者は「地面」に類する訳をしていた。EncompassingおよびZappingに取り組んだ二人は、「挽かれた」に類する訳とも「地面」に類する訳とも、課題2で答えた訳とも異なる訳をしていた。

残りの40名の被験者の判定結果は表2のとおりであった。「挽かれた」に類する訳をしている場合は「○」,「地面」に類する訳をしている場合は「×」, それ以外の訳(たとえば、「グラウンド」「下塗りされた」「領域の」といった訳があった)をしている場合は「△」である。

表2：局所的思いこみの解消と大局的思いこみの形成の判定結果

	×	△	○
Zapping	6	3	1
Encompassing	8	1	1
Orchestrating	5	4	1
ZERO	2	4	4

4.5 考察

各グループの訳の分布の違いを統計的に検定する。表2の結果には5以下の値が含まれているため、カイ二乗検定は使えない。そこで、表2を2×2に分割し、フィッシャーの正確確率検定を行う。その結果を表3に示す。表3に記された数値は「両側検定の結果/片側検定の結果」を示し、小数点以下第3位を四捨五入してある。

表3：4グループに対するフィッシャーの正確確率検定の結果

	×と△の分布	×と○の分布	△と○の分布
Zapping & Encompassing	0.58/0.29	1.00/0.70	1.00/0.60
Zapping & Orchestrating	0.67/0.50	1.00/0.70	1.00/0.72
Zapping & ZERO	0.31/0.23	0.10/0.09	1.00/0.52
Encompassing & Orchestrating	0.16/0.14	1.00/0.66	0.58/0.42
Encompassing & ZERO	0.09/0.05	0.09/0.05	1.00/1.00
Orchestrating & ZERO	0.61/0.38	0.24/0.12	0.56/0.32

有効水準0.05で分布が等しいことを棄却できるのは、「Encompassing & ZEROの×と△の分布(片側検定)」および「Encompassing & ZEROの×と○の分布(片側検定)」の結果だけであった。課題4の判定基準で述べたことから、フィッシャーの正確確率検定における片側検定の結果において、ZEROはEncompassingよりも、局所的思いこみを崩壊させる確率(×を△にする確率),および大局的思いこみを形成させる確率(×を○にする確率)が、0.05水準で有意に高いと言える。

表4：単独の場合とZEROモデルとの比較

	×	△	○
単独	19	8	3
ZERO	2	4	4

次に、Encompassing, Zapping, Orchestratingを単独で行った場合に対するZEROの効果を調べるために、それぞれを単独で行った場合の○, ×, △の数値を集計したものと、ZEROの数値とを比較した。すなわち表4における、単独とZEROの○, ×, △の分布の差異を統計的に検証した。表4の場合も5以下の数値を含むため、2×2の表に分割し、フィッシャーの正確確率検定を行った。その結果を表5に示す。表中

の数値は「両側検定の結果／片側検定の結果」を示し、小数点以下第3位を四捨五入してある。この結果、両側検定でも片側検定でも0.05水準で有意差が確認できたのは、×と○の分布だけであった。したがって、ZEROは、それぞれを単独で行った場合よりも、大局的ゲシュタルトの形成を支援する効果が高い。

表5：ZEROモデルの効果

	×と△の分布	×と○の分布	△と○の分布
単独とZERO	0.16／0.11	0.02／0.02	0.38／0.30

5. おわりに

人間の脳の思いこみがゲシュタルト的性質をもつ、およびコンピュータはそれとは対照的であることを指摘した。そしてゲシュタルトという視点から対照的な人間とコンピュータの性質を利用した、人間の局所的思いこみを大局的思いこみへと修正するHCIモデルZERO (Zapping by Encompassing & Reintegration by Orchestrating)、および、ZEROを実現するための知識表現方法としてGPR (Gestalt Pragnanz Representation)を提案した。被験者を用いた紙媒体による模擬実験の結果、GPRに基づくZEORモデルには以下の三つの効果があることが統計的に検定された。

- ZEROは、ユーザがEncompassingを単独で行う場合よりも、ユーザの局所的思いこみを壊す確率が有意に高かった
- ZEROは、ユーザがEncompassingを単独で行う場合よりも、ユーザの大局的思いこみを形成させる確率が有意に高かった
- ZEROは、ユーザがEncompassing, Zapping, Orchestratingをそれぞれ単独で行うよりも、ユーザの大局的思いこみを形成させる確率が有意に高かった

被験者が少なかつたためフィッシャーの正確確率検定を用いたが、これは2×2のデータ表にしか適用できない。しかし本研究の目的は、局所的思いこみを解消できた(○の分布)、ゲシュタルト崩壊を起こしている(△の分布)、局所的思いこみを解消できていない(×の分布)について、Encompassing, Zapping, Orchestratingを単独で行う場合と、ZEROの場合とで比較することである(3×4の表)。より正確な検定が行えるよう、被験者の数を増やすことが今後の課題である。

本研究におけるZEROの評価では局所的思いこみを植え付ける(課題2)以前に、別の局所的思いこみをしている人と、局所的思いこみを植え付けようとしたのにゲシュタルト崩壊を起こしてしまった人(いずれも課題2で△と判定された被験者)とを弁別することができなかった。このようなユーザに対するZEROの効果を検証するた

めに被験者の弁別精度を向上させる必要がある。

GPR自体の評価も必要となる。本研究ではHCIモデルとしてのZEROの有効性の検証に焦点を絞ったためGPRの評価は行っていない。GPRは複数のゲシュタルト・プレグナンツに基づく知識表現であり、個々のプレグナンツの条件をGPRがどれだけ満足しているのかを検証する必要がある。

一方、ZEROおよびGPRのコンピュータへの実装を進めていく必要がある。本研究ではgroundとその意味に関してのみZEROを評価した。GRPのデータベース化を進め、より汎用的な状況においてZEROの効果を検証していく必要がある。

またGPRをZEROに組み込む際のユーザインタフェースにも工夫が必要である。例えばZappingにおいて、距離で意味間の関係を示すだけでなく、色の種類や色の濃淡などによっても関係を表すことができる。今回の評価ではZappingが十分に機能しているとは言えない。コンピュータのもつ多様な表現能力を活用し、Zappingの機能を十分に働かせる工夫が必要である。

Orchestratingにおけるグラフ表現にも課題がある。このグラフはネットワーク表現と分布表現とを併せもった特徴をもつ。このような特徴を数理的に表現する方法を開発する必要がある。また、その視覚化も課題である。GPRの規模が大きくなれば、本グラフは複雑になり視認することが困難になるからである。ただし、本研究で提案するZEROは、すべての知識を表現することが目的ではない。あくまでもユーザの局所的思いこみを大局的思いこみ(創造的思いこみ)へ転換することが目的である。すなわちユーザが自らZEROのプロセスを行えるようになることが最終的な目標である。したがってOrchestratingによる視覚化は限定的なものでもよく、その限定的な表現を用いてユーザがトレーニングできるよう支援することを目指す。

現在の発想支援システムは意味検索や連想検索、演繹・帰納が可能な論理データベースなどを利用している[18]。これらのシステムは言葉の意味等が定義された知識データベースに基づき、関連する知識をユーザに提供したり、ユーザの知識の外化や整理を支援したりする。一方、ZEROは発想する意識もしくは認知能力をトレーニングする枠組みである。両者を併用することにより人間の創造的な活動はさらに高められる。発想する意識に関する研究では、「脳はゲシュタルト(全体性)を求める」という考えに基づくマインド・マップ[19]や、部分と部分をまとめることにより新しい意味を創造するというゲシュタルト的な思想に基づくKJ法[20]がある。しかし、これらの方法は人間のゲシュタルト的な認知能力の育成自体を支援する手法ではない。こうした発想支援の手法にZEROを組み込むことにより、より効果的な発想支援が可能になる。

参考文献

- 1) 池田文人, 山本恭裕, 高田眞吾, 中小路久美代: コミュニティ知識ベース環境の構築へ向けての知識の形成と利用に関する調査と分析, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.11, pp.3887-3895 (1999) .
- 2) 田久保宣晃: 交通事故データによる運転者のヒューマンエラーと心的負荷の一考察, IATSS Review, Vol.30, pp.299-308 (2005).
- 3) 沼野正義, 福戸淳司, 岡崎忠胤, 丹羽康之, 宮崎恵子, 田中邦彦: 航海当直におけるヒューマンエラーとその防止策の検討, Technical Report, 30sri2000, 独立行政法人海上技術安全研究所 (2000) .
- 4) 河野龍太郎: 医療におけるヒューマンエラー(なぜ間違えるどう防ぐ), 医学書院 (2004) .
- 5) 電力中央研究所: 原子力発電所のヒューマンエラー事象の分析-多変量解析によるヒューマンエラーの特徴抽出-, Technical Report S98003, 電力中央研究所 (1999) .
- 6) Tulving, E. and Schacter, D.L.: Priming and Human Memory Systems, Science, Vol.247, No.4940, pp.301-306 (1990).
- 7) Hartman, G.: "Gestalt psychology", The Ronald Press, New York (1939).
- 8) カッツ, D.: 『ゲシュタルト心理学』, 新書館 (1989).
- 9) Polanyi, M.: "The tacit dimension", Doubleday, Garden City, NY (1966) .
- 10) ダマシオ, A.R.: 『無意識の脳 自己意識の脳』, 講談社 (2003).
- 11) 二瀬由理, 行場次朗: 持続的注視による漢字認知の遅延—ゲシュタルト崩壊現象の分析—, 心理学研究, Vol.67, No.3, pp.227-231 (1996) .
- 12) 下木戸隆司: 劣化した視覚刺激による意味的飽和効果の検証, 認知心理学研究, 第4巻第1号, pp.25-32 (2006) .
- 13) Norman, D.: "The Psychology of Everyday Things", Basic Books, NY (1988) .
- 14) Rosch, E., Mervis, C., Gray, W., Johnson, D. and Boyes-Braem, P.: Basic objects in natural categories, Cognitive Psychology, Vol.8, pp.382-439 (1976) .
- 15) 溝口理一郎: 『人工知能学会:オントロジー工学 (知の科学)』, オーム社 (2005) .
- 16) Beckett, D.: RDF/XML Syntax Specification (Revised), Technical Report 2002-11-08, W3C Working Draft (2002).
- 17) Andry, F., Fraser, N., McGlashan, S., Thornton, S. and Youd, N.: Making DATR work for speech: lexicon compilation in SUNDIAL, Computational Linguistics, Vol.18, pp.245-267 (1992).
- 18) 國藤進: 発想支援システム, 『ナレッジサイエンス』, 杉山公造・永田晃也・下嶋篤編, 紀伊国屋書店, 東京, pp.150-155 (2003).
- 19) Buzan, T.: "The Mind Map Book", Penguin, NY. (1991) .
- 20) 川喜田二郎: 『発想法—創造性開発のために』, 中央公論社 (1967) .