HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	創造的思いこみの形成を支援するHCIモデル
Author(s)	池田, 文人
Citation	知識共創 : Knowledge Co-Creation, 1, III7-1-III7-10
Issue Date	2011-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/49272
Type	journal article
File Information	NCC_ikeda.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

創造的思いこみの形成を支援するHCIモデル
A Human-Computer Interaction Model for Supporting Creative Delusion

池田文人
IKEDA Fumihito

北海道大学高等教育推進機構
Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University
北海道大学大学院理学院
Graduate School of Science, Hokkaido University

【要約】「思いこみ」とは情報に対する我々の解釈であり，情報と情報を結びつける脳の働きである．人間は，多くの情報があっても，自分に都合のよい，偏った情報だけを強く結びつけてしまう．このような局所的思いこみはその他の情報を排除しがちであり，非創造的思いこみである．そこで，思いこみを持たないコンピュータにより，人間の局所的思いこみを解消し，新しい情報をより多く結びつけた大局的思いこみ＝「創造的思いこみ」の形成を支援するHCIモデル“ZERO(Zapping by Encompassing & Reintegration by Orchestrating”とそのための新しい知識表現方法“GPR(Gestalt Prägnanz Representation)を提案する．被験者を用いた紙媒体による模擬実験によりZEROの効果を統計的に検証した．今後はコンピュータへの実装と実際にそれを使用した場合の評価を進める．

【キーワード】創造性　思いこみ　HCI　ゲシュタルト

1. はじめに

「思いこみ」とは人間の解釈であり，情報と情報を結びつける脳の働きである．例えば「月にウサギが住んでいる」という思いこみは，「月」という情報に対する解釈であり，「ウサギ」という別の情報と結びつけることにより「月」を説明している．さらに，「月にウサギが住んでいる」という思いこみと，「ウサギはニンジンが好きだ」という思いこみを結びつけ，「月にはウサギの好きなニンジンが生えている」という推論，すなわち新しい思いこみを生み出すプロセスが思考だと言える．このように，情報と情報を脳が結びつけることを「思いこみ」と定義すれば，言葉だけが思いこみではない．モノの見た目が我々に特定の行動を誘発する現象はアフォーダンスと呼ばれ（Gibson, 1979），視覚情報と行動情報との思いこみである．またパブロフの犬の実験で有名な条件反射や，先行刺激がそれに続く刺激の脳内処理に影響するというプライミング効果(Tulving, 1990)も思いこみになる．

こうした思いこみはゲシュタルトである．ゲシュタルトとは，視覚や触覚といった感覚情報に関する現象であり，部分と部分が統合され，それらを足し合わせた以上の「全体性（ゲシュタルト）」を形成し，ゲシュタルトがそれを構成する部分の意味や機能を規定するようになる現象である(Hartman, 1939)．例えば「月にウサギ」という思いこみは，月はウサギが住めるような地球に似た環境だという思いこみを暗黙のうちに含む．このような暗黙の思いこみは，「月」という部分情報だけでは持ち得なかったものである．逆に「月にウサギ」というゲシュタルトは，「月」がウサギの住めるような場所であること，逆に「ウサギ」が地球と同様に月にも住む動物であることを暗黙の内に規定している．「月にウサギ」という思いこみの，このようなゲシュタルト的性質が「月にニンジン」という新たな思いこみを可能にする．したがって思いこみはゲシュタルトだと言える．そもそもゲシュタルトは人間の脳の特性である．例えば，一部が欠けた円を被験者に一瞬見せると，被験者は完全に閉じた円を見たと報告する（カッツ, 1989)．つまり，人間の記憶は，欠けた円という部分よりも，閉じた円というゲシュタルトの方が記憶しやすい．また，我々の知識には「暗黙知」と呼ばれる領域があり，“We know more than we can tell.”というゲシュタルト的な性質をもつ（Polanyi, 1966)．例えば，「歩く」という行為のプロセスを言葉で説明できなくても歩ける．つまり，「歩く」ための知識を身体が持っているはずだが，それを言葉によって説明できない．したがって，「歩く」ための知識は言葉という部分を超えたゲシュタルトである．さらに，近年の脳科学の知見によれば，我々の意識は言葉によってのみ成立しているわけではない(ダマシオ, 2003)．したがって，我々の意識もまたゲシュタルトだと言える．このように，人間の脳の様々な活動はゲシュタルト的性質を有していることから，情報と情報を結びつける「思いこみ」という脳の働きもゲシュタルトだと考えるのは妥当である．

思いこみは，結びつけられる情報とその結びつけ方により，（１）多様性，および（２）寛容性の二

軸により分類できる．多様性とは，結びつけられている情報の種類や分野が多岐にわたっていることである．寛容性とは，新しい情報あるいは異なる情報の受け入れやすさである．寛容性が低いということは，既存の思いこみに反するような情報や新しい情報を排除したがるということである．多様性も寛容性も低い思いこみとは，迷信や妄信，原始的な宗教，そして素朴概念（Clement, 1982）と言われる，限定的な経験のみに基づく科学的に誤った概念などが該当する．このような思いこみは新しい情報や異なる情報を排除する傾向が強く，新しいものを生み出す可能性が低いことから，非創造的思いこみである．多様性は低いが寛容性は高い思いこみとは，単純で見え透いたウソなどが該当する．このような思いこみは矛盾を指摘すればすぐに壊れてしまうため，寛容性は低いと言える．逆に寛容性は低いが多様性は高い思いこみとは，現代のカルト的宗教や疑似科学などが該当する．すなわち，多種多様な情報により思いこみが構築され補強されているが，それを科学的に否定することを拒否しているような思いこみである．このような思いこみも新しいものを生み出す可能性が低いため，非創造的思いこみである．最後に，多様性も寛容性も高い思いこみの最たるものは，反証可能性（ポパー，1980）を受け入れた現代科学であろう．現代科学の知見は多種多様な実験データや観察データを結びつけた，多様性が高い仮説（思いこみ）である．そして反証可能性があるということは，その仮説が実験や観察により否定される可能性を認めることである．つまり新しい情報や異なる情報を受け入れるということであり，寛容性があると言える．さらに，反証可能性は，反証不可能な仮説であっても，その有用性や意味を否定するものではない（関，1990）ことから，寛容性が高いと言える．このような思いこみは創造的思いこみだと言える．

しかし，我々は創造的思いこみよりも非創造的思いこみに陥りがちである．例えば，日常生活の中で得られる少ない情報から作り上げた科学的に誤った思いこみは素朴概念や誤概念と呼ばれており，特に子どもたちのこうした思いこみを修正することは極めて困難である（麻柄，1996）．しかし大人であっても，自分が置かれている状況を，自己中心的にしか認識できない傾向があり，このような自己中心的な思いこみに基づくコミュニケーションが，組織全体の生産性を低下させる可能性がある(池田, 1999)．そもそも我々は他者との会話において，相手の言葉を自分に都合のよいように解釈する傾向があり，ミス・コミュニケーションの原因となっている(Keysar, 1998)．本研究は，こうした非創造的思いこみを解消し，創造的思いこみを生み出すことを支援する HCI モデルを提案し，その効果を検証する．

2. 思いこみのゲシュタルト的性質を利用した HCI モデル

思いこみは，ゲシュタルトを形成するための法則（Prägnanz＝簡潔性の法則）を満たしている．例えば，被験者に「ピザ」という言葉を 10 回唱えてもらった後，実験者が自分の「肘（ひじ）」を指して被験者にその名称を問うと，被験者は「ひざ」と答えてしまう．この現象はプライミング効果(Tulving, 1990)として知られているが，実験者が指した体の部位という情報をどのように解釈するか，すなわち自分が知っている多数の体の部位の名称の中からどの名称と結びつけるか，という「思いこみ」に関する実験である．この現象は Prägnanz の「近接の法則（時間的・空間的に近いものを一つのまとまりと認知する）」と「類似性の法則（似たものを一つのまとまりと認知する）」によって説明できる．すなわち，時間的に近接して与えられた「ピザ」と体の部位（実際には「ひじ」）とがゲシュタルトを形成し，体の部位に関する多数の情報の中からそのゲシュタルトを構成している「ピザ」に最も類似している「ひざ」という名称を取り込み，被験者が知っているはずの正しい情報である「ひじ」を意識の外に追い出してしまったと考えられる．つまり，Prägnanz により結びつけられた「ピザ」と「ひざ」という局所的な情報のゲシュタルトが，「ひじ」を含む体の部位名に関する，より大局的な言語情報を意識させなくしている．

ところでゲシュタルトに関しては，部分から全体を形成するのとは逆に，ゲシュタルト崩壊という現象も知られている．我々がある特定の部分に意識を集中させると全体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(二瀬・行場, 1996)．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（下木戸, 2006）．

以上のような「思いこみ」すなわちゲシュタルトは少なくとも人間の脳に特有の性質であり，コンピュータにはない性質である．コンピュータは，ある特定の局所的な情報だけから思いこみを形成することはなく，規則に従ってすべての情報を網羅的に扱う．こうしたゲシュタルトに関する人間とコンピュータの対照的な性質を利用することにより，我々が創造的思いこみ生み出すことをコンピュータにより支援できると考えた．すなわち 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 Prägnanz に基づいて編成することにより

再統合する）する Human-Computer Interaction（HCI）モデルである．この HCI モデルを，それぞれのプロセスの頭文字をとって“ZERO”と呼ぶ．

1. ある部分的な情報に関係す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．
2. 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ことにより，ゲシュタルト崩壊が促進されると期待できる．
3. 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 Prägnanz 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．
4. ユーザが Prägnanz 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，すなわち創造的思いこみを形成する（Reintegration）

3. ZERO モデルを実現するための知識表現

表 1：”ground”に関する GPR の例

意味	類似	近接	対照	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

ZERO モデル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 Prägnanz 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．Prägnanz 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（Hartman，1939）．これらの法則は主に視覚についてのものであるので，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．

「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と考える．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（Norman，1988）．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（Rosch 他, 1976）．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．

以上の言葉における Prägnanz の解釈に基づいた知識表現を GPR（Gestalt Prägnanz 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．

6. 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，すなわち創造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．

6.1. 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）

6.2. 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．

6.3. 実験内容

6.3.1. 課題１：局所的思いこみを植え付ける課題とその判定基準

ground が「地面」という意味で使われている以下の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.

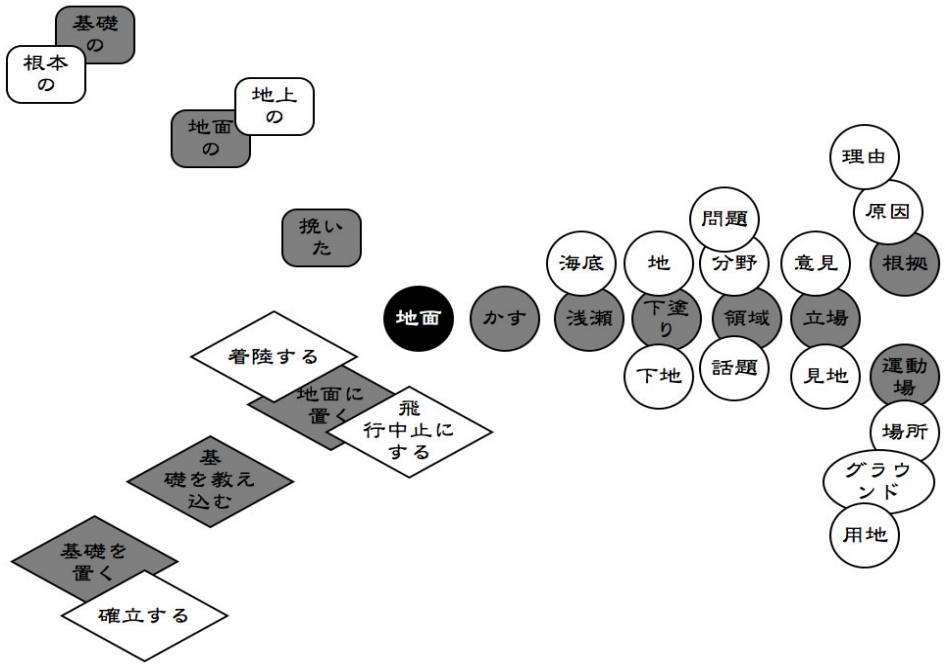

図１：Zapping で使用したグラフ

6.3.2. 課題２：局所的思いこみの有無を判定する課題とその判定基準

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（記載した多数意味からどれを選択するか）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局所的思いこみをしていないと判定した．一方，「地面」と訳していれば課題１において局所的思いこみが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，すなわちゲシュタルト崩壊を起こしている状態だと判定した．

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

6.3.3. 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

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番目に取る被験者は Encompassing グループに，２番目に取る被験者は Zapping グループに，３番目に取る被験者は Orchestrating グループに，４番目に取る被験者は ZERO グループに，５番目に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・Prägnanz を想起させる情報を網羅した（Encompassing）」ものだからである．ただし，この図は情報量が多く，個々の意味の間のつながりを認識しづらいため，ユーザにゲシュタルト崩壊を誘発する可能性が高いと考えた．

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．

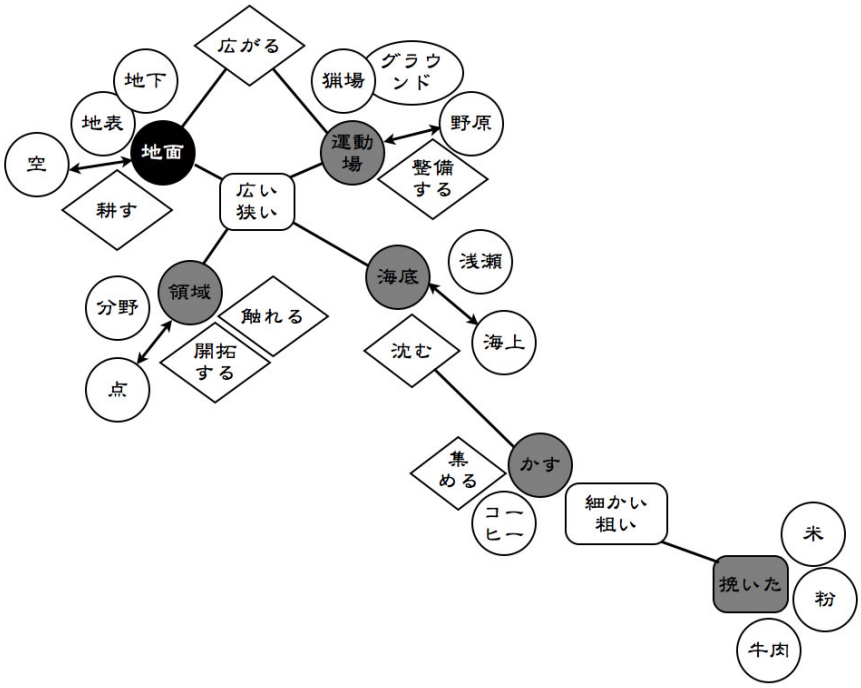

図２：Orchestrating で使用したグラフ

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，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．

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．

6.3.4. 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（創造的思いこみ）の形成の効果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 の意味をより高次の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 の意味について高次の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で正しく訳すことができるはずである．また，課題２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．

6.4. 実験結果

6.4.1. 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．

6.4.2. 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．

6.4.3. 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 モデルの課題を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．

6.4.4. 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

6.5. 考察

各グループの訳の仕方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を足し合わせた場合よりも，高次の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

7. おわりに

本研究はゲシュタルトの視点から人間の「思いこみ」を分析するとともに，コンピュータの非ゲシュタルト的性質を指摘した．ゲシュタルトにおける人間とコンピュータの相補的性質を利用し，人間の局所的思いこみ（非創造的思いこみ）を大局的思いこみ（創造的思いこみ）へ転換する HCI モデル ZERO（Zapping by Encompassing & Reintegration by Orchestrating）を提案した．また，ZERO を実現するための知識表現方法として GPR（Gestalt Prägnanz 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，統計的な検定により分かった．

- ZERO は Encompassing 単独に比べてユーザの局所的思いこみを壊す確率が有意に高い
- ZERO は Encompassing 単独に比べてユーザの大局的思いこみを形成させる確率が有意に高い
- ZERO は 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い

被験者が少ないため，ZERO の効果の検証にはフィッシャーの正確確率検定を用いたが，この方法は２×２の表にしか適応できない．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）．カイ二乗検定が行えるよう被験者の数を増やして実験を行う必要がある．

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・Prägnanz に基づく知識表現であり，個々の Prägnanz 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．

一方，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（國藤，2003）．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（Buzan，1991）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（川喜田，1967）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

Giboson, J.J.（1979）*"The Ecological Approach to Visual Perception"*, Boston, Houghton Miffin.

Tulving, E. and Schacter, D.L.（1990）Priming and Human Memory Systems, Science, Vol.247, No.4940, pp.301–306.

Hartman, G.（1939）*"Gestalt Psychology"*, The Ronald Press, New York.

Clement, J.（1982）Students' preconceptions in introductory mechanics. American Journal of Physics, 50: 66-71.

ポパー，K.（1980）『推測と反駁―科学的知識の発展』，法政大学出版局.

関雅美（1990）『ポパーの科学論と社会論』，勁草書房.

麻柄啓一（1996）学習者の誤った知識はなぜ修正されにくいか，教育心理学研究, Vol.44, No.4, pp.379-388.

池田文人，山本恭裕，高田眞吾，中小路久美代（1999）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.

Keysar,B.,Barr,D.andHorton,W.（1998）The egocentric basis of language use: Insights from a processing approach, Psychological Science, Vol.7, No.2, pp. 46–50.

カッツ，D.（1989）『ゲシュタルト心理学』，新書館.

Polanyi, M.（1966）"The tacit dimension", Doubleday, Garden City, NY.

ダマシオ，A.R.（2003）『無意識の脳 自己意識の脳』，講談社.

二瀬由理,行場次朗（1996）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.

下木戸隆司（2006）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.

Norman,D.（1988）*"The Psychology of Everyday Things"*, Basic Books, NY.

Rosch, E., Mervis, C., Gray, W., Johnson, D. and Boyes-Braem, P.（1976）Basic objects in natural categories, Cognitive Psychology, Vol.8, pp.382–439.

國藤進(2003)「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.

Buzan, T.（1991）*"The Mind Map Book"*, Penguin, NY .

川喜田二郎（1967）『発想法―創造性開発のために』,中央公論社,Tokyo, Japan.

連絡先

住所：〒060-0817　北海道札幌市北区北 17 条西 8 丁目　情報教育館 4F

名前：池田文人

E-mail：fumike@high.hokudai.ac.jp