関係性を産み出すインタフェースとしての大阪弁：「大阪ことば学」の工学的考究

京都大学大学院 工学研究科　椹木 哲夫

1　はじめに

大規模複雑な工学システムの設計にとって，システムを形作る要素間の相互作用と自律的秩序形成のメカニズムの解明は必須である．とくにシステムを構成する活動主体としての各モジュールが，もう一方の活動の過程を形作ったり区切りを与えたりすることで両者が互いの相手の在り方を規定するような相互限定による適合の形態，そして個々の即興的な振る舞いが共時的もしくは継時的（通時的）になされることを通して結びつき組織化されることで，違った適合の形態を産み出すような動的プロセスが注目されている．本講演ではまず最初に工学分野において「関係性」について見直しが迫られているものとして，とくに人間と自動化機器とのコーディネーションと熟練技能について考究する．その上で，近刊の尾上圭介著「大阪ことば学」（創元社刊）において指摘されている大阪弁における柔らかさの諸特徴について考察し，そのインタフェース機能が，人間と人工物，あるいはまた複数の活動主体の間で交わされる相互作用・相互交流を通しての秩序形成やインタラクション設計への指針となることを述べる．

2　人間と機械のコーディネーション

従来，各種工学プラントや航空機に代表される大規模・複雑システムでは，その操作への人間の介入を極力減らすことで安全性と信頼性の向上を目指す，いわば完全自律のシステム化を探るアプローチが目指されてきた．しかしこのような完全自律化の途は現在の技術レベルをもってしても未だその実現には限界があるのみならず，機械への代替による熟練技能の喪失も懸念されることから，今後は人間との自然な協調を実現できるシステム設計が求められている．

人間と機械の関係は古くは，職人と工具の関係に始まり，やがてオペレータと機械の関係にシフトして人間と機械が仕事を分け合うような状況が産み出された（分業と自動化）．しかしこの形態の安定性がいままさに破られようとしており，両者の安定した関係性を回復するべく，人間と機械を繋ぐインタフェース設計の見直しが迫られている．これは自律性を有し相手となるユーザとの対等なパートナーシップをもって社会的なインタラクションを可能にするようなインタフェース設計であり，人間排除から人間の認知能力・主体性を積極活用できる「ヒューマン・イン・ザ・ループ」を実践するシステムの実現である．

これに対する現状の研究は大きく分けて（１）人間と自動化機器とのコーディネーション設計（２）人間の熟練技能の再考，の大きな流れがある．以下ではその概要について述べる．

3　各種工学分野における人間と自動化機器の関係性

各種自動化ツールに代表されるようにそれ自身は高度に洗練されているはずの工学的成果の産物が，これを操る側の人間による使い方次第では必ずしもシステム全体としてのパフォーマンス向上に繋がらないだけでなく，時として取り返しのつかない大事故を誘発してしまうことも大きな懸念を生んでいる．これは単に使い方を誤ったヒューマンエラー（人的過誤）として片付けられる問題ではなく，このようなピットフォールを埋め込んでしまったシステム設計の問題，さらに限定するならばヒューマン・システム・インタラクション設計の問題にほかならない．以下にいくつかの工学分野からの実例を示す [1]．

3.1　グラスコックピットにおける自動化

ハイテク航空機では自動化機器の導入が起因して引き起こすヒューマンエラーが多発する傾向にある．例えば自動化機器の導入により，人間が機器との関わり合いに没入するあまり状況認識能力を失ってしまって CFIT（Controlled Flight Into Terrain），すなわち異常に直前まで気付くことなくあたかも誘導されたかのように墜落してしまうような事故が多くなってきている．また緊急時のような極めて資源制約の厳しい状況下で人間と自動化機器との関わり方がほんのわずか設計仕様から逸脱しただけで思わぬ挙動を生み出してしまう危険が指摘されている．その多くが自動化の誘発する混乱（automation-induced surprises），すなわち自動化が何をしようとしているかがわからなくなること，そしてこの混乱に囚われてしまうことが引き金となって現状に対する状況認識を失わせる．

また航空業界での新たな自動化導入の問題として「データリンク」がある．これは従来管制官とパイロットの間で交わされていた交信によるコミュニケーションを自動化し，これまでの管制による集中制御監視方式から，航空機の間での自律分散的な運航管理方式（フリーフライト）への転換を図るものである．技術主導での自動化という視点からはその実現は決して困難なことではない．しかしこの導入がもたらす副次的な影響について議論されている．たとえば地上管制と機上パイロットの両者にディスプレイ監視に没入してしまうことによる頭下げ時間（head down time）の増加が両者の状況認識の

精度や整合性，タイミングの同期にいかなる影響を与えることになるのか，さらに従来の party-line 方式のコミュニケーションで培われていたコミュニケーションの関係が絶ち切られる危惧も否定できない．技術的に可能であるからという理由で単にある局所的な機能を自動化機器で置き換えていくことで，これまで気が付かなかった人と人，人と機械の関係性が失われることについて今後十二分な検討が求められる．

3.2 設計知識の伝承と自動化

自動化が製造・生産システムにもたらした効用は図り知れないが，設計の段階においても CAD に代表される自動化ツールの役割は大きい．ここで自動化は設計活動の周辺的な作業の効率化に寄与してきたことは事実であるもののいま最も立ち遅れているのは概念設計段階での支援や設計知識の獲得や伝承という設計の核となる人間活動に対する自動化の果たす役割についてである．

例えば，過去の類似設計事例を照合し適切に現在の設計問題への解候補となるものを見出すプロセスこそ自動化が待たれるところとなるが，この照合作業が現在のコンピュータ処理では困難を極める．データベースとして残されている情報は，設計された結果物に過ぎず，それが設計された際の設計者の意図やどのような試行錯誤を経て導きだされた設計解であるのか，ましてやそこに託されている設計ノウハウといった類いの情報を解釈したり読み取ったりする作業が技術的に難しい．

実際このような設計ノウハウの伝承は，従来は設計に携わる設計者の間で OJT (on the job training) 方式で熟練設計者から未熟練設計者へ人と人との関わり合いを通して実現されてきたものである．しかし近年の製造業では経済状況の厳しさから効率性の悪いプロセスが次々にリストラの対象となり，熟練設計者から未熟練者への設計知識の伝承がままならない状況を作りだしている．また近年の「コンカレント設計」の名のもとに異工程間での協調設計の必要性が叫ばれている．そこでは設計概念を共有するための手立てとして各工程で用いられている語彙 (オントロジー) や交わされるメッセージの定型化・標準化という方策が主流である．これにより設計製造情報のトランスファーを自動化することはある程度可能となろう．しかしここでも熟練設計者から伝承すべき生きた知識がどこまで伝えられるかについては疑問が残る．先人の熟練者の託したメッセージに対する人間による解釈努力，これを活かすような自動化の在り方がいま模索されている．

3.3 プラントエンジニアリングにおける自動化

現在のプラントエンジニアリングでは，新規に大がかりの自動化システムを設計することは現在差し控える傾向にある．むしろ適度な粒度のサブシステムに分割しそれぞれを既存技術の範囲内で最も効率的かつ効果的に監視診断するためのアルゴリズムを実装したモジュールが，適宜相互に情報をやり取りしながら協調的に問題解決を進めていくエージェント指向型の自動化システム設計が注目されている．複雑大規模な問題の解決にはある固定的な問題解決のフローでは対処することは難しく，むしろエージェント群がインタラクションすることによって可能となる問題解決の多様性こそが，複雑さへのアプローチの得策となると考えられる．

マルチエージェントのインタラクションにより産み出される挙動の複雑さは，設計者がすべての可能性を網羅的に事前に予測した上で詳細設計をする方式には限界がある．むしろ設計には複雑性を持ち込まず「境界条件」を定めるのみのレベルでとどめ，単純な設計でいかに複雑なインタラクションを産み出せるかが鍵となる．マルチエージェント研究では屡々人間の「交渉」をメタファとした議論が展開される．一つは手続的なプロトコルのモデルとして，いま一つはそのプロセスが固有に有する「自己組織性」の喩えとしてである．後者では「交渉」の決定的な特性としてどの参加者も交渉全体を自分の制御下におくことはできず，逆に交渉が参加者たちを制御のもとにおくことさえ生じる側面が強調される．「交渉」は事前にトップダウンに設計できるものではなく，あくまで「行為の結果」としてのシステムという特性を有する．

このような交渉のメタファはそのまま人間と自動化システムとの関係の在り方へと敷延される．両者の理想的な関係はいずれが他方に対して優位にたつかの問題ではなく，さらに固定化された役割の最適割当によるものでもない．重要なのは自動化システムを「自律性をもった人間のパートナー」として位置づけることである．異なる専門知識を有する両者が同一のポジションに立ったインタラクションを行うことができ，かつその信念の持ち方や対処法における多様性から臨機応変な状況対応が可能となり両者による「共同作業」が遂行できる．このような自動化システムの設計こそが真の人間中心の自動化に繋がるものと考えられる．

3.4 コーディネーション設計のための関係性

以上のことから今後の自動化機器と人間とのコーディネーションに向けた鍵概念として以下の点が展望される．

まず一般に自動化システムの設計に当たっては「何が便利になるか」の部分は意識に上るが「どのような関係が失われるか」の部分は導入してみないことにはわからない．とくに後者の場合，導入以前に意識に上ることなく日常化してしまっている関係ほど，一端それが失われたときの重大性や事故への直結性は大きい．技術主導での自動化機器の導入は危険を孕む．人間と自動化の間で交わされるインタラクションを設計者が外部観察者の視点から鳥瞰的にいくら考慮してみても，実際に産み出される挙動の複雑さはその予測範囲を超えたものになる．利用者の視点，インタラクション当事者の視点にたったインタフェース設計が求められる．

いまひとつは，設計者 / 利用者 / 自動化システムの 3 者の間での相互の意図共有 (mutual knowledge of intent) の問題である．システムが自律的に設計者の意図にあわせて環境や利用者に適応することができ，その適応していくプロセス自身をも共有できるという点は重要であろう．ここでは利用者自身も適応し変容していくことを忘れてはならない．従来の人

間の行動多様性を抑え込み人間をエラーの根源として排除していく枠組みは見直させれるべきである．人間利用者を能動的な主体性をもったエージェントとして系に組み入れたシステム設計への転換が必要になる．そのためには自動化機器とのインタラクションが利用者にとって透明性の高いものであり親近感のもてるものであること，そしてそこで交わされるインタラクションそのものが内包している自己組織性やダイナミクスに対する取り組みを前提として，互いが互いを形作っていけるようなインタフェース，いわば社会的インタラクションを重視した”socially-centered automation”とも呼べる自動化設計の見直しが求められている．

4 熟練技能にみる関係性の諸相

現状の生産現場では熟練者の養成を念頭に人間が冗長なシステムとして機能することを前提とするシステム設計への切り替えが模索されている．実際近年の工場からは生産ラインが消え，何人かの技能者が 1 つの製品を最後まで仕上げる形態の工場も現われている．さらに医療の現場に目を転じても，医療診断エキスパートシステムは姿を消し，病院内 LAN を駆使し多くの症例と周辺の医学知識に関する「浅く広い知識」を医療現場に提供する情報システムが，医師の臨床的な意思決定に大きな支援になっている．昔のエキスパートシステムが，それ自身単体のシステムとして病院の日常の医師の業務と切り離されて存在していたときには根ざすことができなかったものが，病院の既存の情報システムの中に埋め込んで実践の場で使われることにより，情報の活用に長けた新たなタイプの熟練者としての名医を産み出している．

以上のことは，熟練技能とは「モノを作るためのノウハウが，人間の手や頭，そして工場労働者の日常の中にあって，自在に変化し，適応し，発達している」ことを裏付けるものといえる．すなわち技能の限られた側面のみを日常性の文脈の中から切り出しエレクトロニクス技術により機械の中に押し込めてしまうならば，その時点で孤立したものとなってしまい，やがては陳腐化することになる．ましてや熟練には我流や邪道といった無駄を繰り返して質を高めるということが必須である．にもかかわらず機械による代替は，このような冗長性を尽く排除してしまう．以下ではこのような熟練技能の特質を，技能遂行者の内外とのインタラクションを通じて生成される「関係性」の側面に焦点をあてて列挙する [7], [8]．

4.1 内部での関係性：自己の二重性

熟練者が自ら体得した「意識ぬき」の行動の背景には，高度に注意が集中された「行動の監督者」としての意識が強く働いている．すなわち，課題要求の評価とか処理資源の配分とかいった行為を意識的にモニターする心的過程，いわゆるメタ認知の能力である．この行為主体であると同時に自らの行為実行を客観的に眺められる自己の「二重性」を内部に備える点こそが重要であり，一部の作業が機械によって担われ人間からはブラックボックスと化してしまうと，この二重性の構図が壊されてしまうことになる．

4.2 知覚と行為の関係性

熟練における運動の制御（あるいは意図や目標）は事前に準備されそのプログラムによって一意的に決定された制御指令が出されるというトップダウン的な流れとは異なり，制御の原因を運動システム自体の動力学的なふるまいに求めるものである．そこでの制御はシステムの動作が内包している創発性の結果であって，事前的ではなくむしろ事後的なものである点が特異である．また熟練技能においては，技能遂行者の身体各部における動力学的協応を，知覚される「環境」の情報との間で巧みに関係付けている．そこでは環境から得られる情報が運動の機能を制約しつつ運動自体は柔軟に組織化されて，これが更に環境の知覚に影響を与えるという相互限定（reciprocity）の構造がみられる．すなわち環境の変化に対して一方的に従属する身体ではなく，環境とある一定の関係を保ち続けようとする点が具体的なドメインの違いを超えた熟練技能に普遍的にみられる．

4.3 絶え間ない関係生成

熟練者は自らの身体的能力（五感や操作能力，表演能力）のみならず，外在的な存在である言語や道具を自らの身体的構造の内に組み込むことで自己の能力の延長・拡大・深化を計っている．機械工作職人は旋盤や NC プログラムでさえ自身の身体の一部に同化しているといわれる．このように新旧のツールや最新のテクノロジーに仲だちされ自らの行動空間の中にその影響範囲，あるいは主観的な意味での自己と他者の間の境界，を拡大していくような「生成的」な構造を内包している点が，熟練にとって不可欠な特質と言える．

4.4 環境に対する開放性

熟練技能は「技能遂行者の頭の中にある知識の構成と頭の外である社会的世界との複雑な関わり方」を通して組織されている．すなわち「個人の中で閉じた認知」によるものではなく「他者を含む環境世界に対して開いた認知」による．環境に認知を分散させることで，環境からガイドされるコントロールの枠組みを作り上げている．頭の中にある知識の構成が，頭の外である社会的世界とどのように関わりあって相互の活動を限定しあっているのか，そしてさらに拡大するならば，複数の活動が互いに相手の活動をどのように形づくっており，互いの関係の中でどのような適合がうみだされてそれぞれが効率化されているのか，等の問題は熟練技能の解明にとって鍵になる．

4.5 分散認知

前節での問題に対して認知心理学の分散認知の見解が興味深い [5], [6]．ここでは行為者と活動そして活動の場面（状況）の相互関連が議論され，人の活動を方向づけているものは，行為者の記憶の中にあるわけではなくその場面との関係から産み出されるものとしている [3], [4]．例えば，スーパーでの食料品

の買い物の活動を考えても，事前に（メモあるいは頭の中に）構造化された予期としての「買い物リスト」，行為者にとっての外部環境としての「スーパー」（＝秩序だって商品が配置されたいま一つの外部表象），そしてさらには活動を通して作り出される「カートの中の品物」の間で相互作用が繰り返し行われることで，活動と場面とのスムースな「適合」が産み出され，買い物活動が問題なく労せず展開される．

ここで興味深いのは，活動以前に存在している買い物リストとスーパー，そして活動を通して作り出されるカートの中の品物はすべてそれ自体では行為者の行動を完全にコントロールする構造を持つわけではない．しかしこれらの間に一旦人間が介在することで各々が相互に投影され合ってガイドし合うことで，その機能（すなわち効率的な買い物の道順をたどること）が「創発」する．この点はこれまでの人工知能研究でとられてきたアプローチと対比するとその特徴がより鮮明になる．プラン・スクリプトなど自然言語理解の分野で提唱されてきた枠組みは，行為者の行動をコントロールする処方箋的なものが行為に先立って存在しておりこれが行動をコントロールしたり行動を理解するための前提とされてきた．これに対して「実践での認知」は，例え行為者がいつもの決り切った仕事と名付けているようなものであっても，実は複雑な即興的な対応から成り立っており，多様性を作り出す機会に溢れたものであって，これらが偶発性をもって結びつき組織化されていく動的プロセスとして認知の仕組みを捉え直すものである．

Lave は以上のような複数の人工物の間での相互にその機能を形作り合う枠組みをさらに進めて，熟練者によって多面的に進行する複数の活動の間の関係性に拡張した議論を展開している．すなわち，一方の活動がもう一方の活動の過程を形作ったり区切りを与えたりする点をフィールドスタディから確認している．ここで両者は互いの相手の在り方を形作るが，そこで及ぼしあう効果は決して対称的なものにはならず，また同じ活動であっても他のどのような活動と結びつくかによって違った成り立ちになり，違った適合の形態をとる点が報告されている [3]．

5 尾上圭介著「大阪ことば学」にみる大阪弁の柔らかさ

尾上は近刊の「大阪ことば学」（創元社刊）において，大阪弁の特徴として以下の点を挙げている [9]．

1. 会話の共同作業性感覚と開放性　会話というのは屡々ことばのキャッチボールであると言われる．すなわち相手の言葉をしっかり受け止めて，それを今度はむこうへ投げ返し，それを交互に繰り返すような作業という捉え方である．これに対して大阪弁での会話はこれとは異質なものである．自分のふところを相手に開いてみせ，相手と距離を置かない会話のスタンスがあり，自分と相手が同じところにたって同じ角度からものを見ているという感覚が顕著にみられる．自分自身で気持ちを語ることばと，相手に向かって働き掛けることばが画然と区別されているのではない．
2. 「当事者離れ」の感覚　当事者としてではなく，状況の外に立つ第 3 者として事態のおかしさを味わおうとする姿勢がある．ある事態をその外に立ってながめ，状況の外に飛び上がって相手と並んで共にながめて笑うような自己や状況を客体視できる姿勢が顕著である．
3. 対人的対応，状況対応の敏捷さ　大阪弁では一つの命令語に対して，極めて多様な表現が用意されている．このような多様性をもつが故に，相手と自分との関係や，場面，状況の在り方を精細，緻密に感じ分け，それに応じて要求の仕方を微妙に使い分けている．またその使い方により，相手の意図，文脈や相手と自分の関係そのものを微妙に，あるいは瞬間的に変化させている．
4. 複眼的な感覚　異質な要素，側面を積極的に共存させて対象を認識し，一つのものに異質を共存させても平気な感覚をもつ．2 つの視点や文脈の出会いや衝突，重層によって生じる「笑い」を社会性の重要な要素と位置づけている．笑いは安定した一つの固まった文脈の中には生まれない．この意味で停滞を嫌い変化を好む性格が会話の変化の激しさを生み，これがまた笑いに繋がっている．

以上の各項目の詳細については，尾上氏の原著において大阪弁の具体的表現の例証が豊かにおもしろおかしく紹介されている．原著のご一読を是非ともお薦めしたい．

6 大阪弁にみる関係性生成の土壌

現在，人工知能・認知科学におけるパラダイムとして「自己完結型の知性から自分と対象との関係性の上に成り立つ知性」へのシフトが進行中である．これは人間と機械（自動化機器を含む）のコーディネーション設計についても同様で，ユーザである人間の思いから乖離された状態で完成している機械システム（コンピュータシステム）は単なるデータフロー系に過ぎず，そこには真のパートナーシップは生まれ得ないとの見解とも合致する．

一方，人工知能の分野では「エージェント技術」の話題が議論されるようになって久しい．従来のプログラムやエキスパートシステムとの違いを顕在化する特徴として屡々挙げられるのが，

1. 自律性（autonomy）
2. 相互作用（social ability）
3. 反応性（reactivity）
4. 能動性（proactiveness）

であり，エージェントの集団として現象が創発するために必須な要件として議論されている．

著者らはプラントや無人化機械，センサチューニング作業を監視／制御するエージェントを対象として，このエージェントがやはり監視や制御にあたる人間（ユーザやオペレータ）との間で交わされるインタラクションからの創発現象に興味を

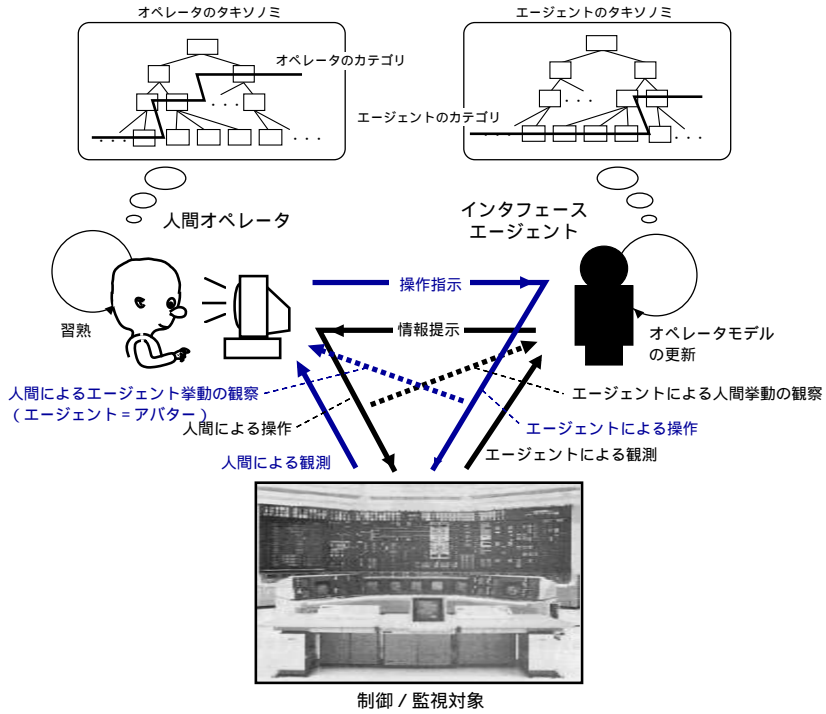

Figure 1: Collaborative architecture for human and interface agent.

もって研究を進めている．このようなインタフェースエージェントのもつべき特質を「関係性を産み出せるインタフェースの設計指針」として位置づけ，上記の４つの項目に加えて，

1. 社会性：透明性，継時的インタラクション
2. 能動性：指示待ちしない自発性
3. 知覚性：状況認識（situation awareness），状況変化の認識
4. 限定合理性：熟慮性と即時性の並立
5. 自己知覚性：自らの裁量範囲の理解と自己管理

の特徴を新たに付加し，開発を進めている [10], [11], [12], [13], [14]．

さらにエージェントと人間との間での共同作業者としての対等なパートナーシップの関係性確立に向けて，Fig.1 に示すような人間—インタフェースエージェント—制御／監視対象の３者からなるシステム構築を行っている．このもとで人間—エージェント両者のインタラクションレベルでの必須要件として，以下の４点を必須要件として絞り込んでいる．

1. インタラクションの多様性　相手のイメージの広がりを喚起できるメディアの活用法．表情や感情，視覚／聴覚刺激などのマルチ・モダリティが醸し出す継時的なインタラクションの多様性である．ここで問題になるのが，瞬時瞬時に提示される静的な情報量と，これが継時的に繰り返されることによるより大きな時間的文脈の中での概念共有への貢献度との関係である．豊かな現実を写し取った静的提示が必ずしも後者への貢献に繋がるわけではない [16]．
2. 共同作業における対称性　共同作業にあたる人間とエージェントにとって固定化され変化することのない役割分担は，いずれ個々に「閉じた」勝手なひとりよがりな共同作業者を産み出すことに繋がる．両者の間での微妙な関係性を常に感じ取りながらバランスの支点の落しどころを探ることができ，それによって相手に及ぼす効果の対称性が動的に変容し得るインタラクション設計が必須となる [17]．
3. イメージの凍結と解凍：インタラクションとはそもそもその「行為」を指すのではなくこれを含むより大きな「活動」として認識しなければならない．活動にはインタラクションを契機として複数当事者それぞれの内部で喚起される自発的な推論行為（解釈）によるイメージの拡大という作業も当然含まれる．とは言えインタラクションそのものは某かの「記号」(＝「ことば」「ジェスチャー」等）を媒体としてなされるわけであるから，的確な記号を選択することでイメージの広がりに境界を与えて切り出す作業，いわばイメージを記号に凍結する才覚が人間—エージェント双方の当事者に必須となる．逆にこの記号を受取った側はこの記号をきっかけにしてイメージを解凍する作業，いわば記号を豊潤に解凍する才覚が求められることになる．著者らはここでのイメージをドメイン固有のタキソノミ（分類構造）上でダイナミックに変

容するカテゴリーとして捉え，エージェント—人間の間で交わされる「記号」とこれが個々の内部で展開させるカテゴリーとの関係の定式化のもとに両者の間での概念共有のための施策を論じている [15]．

前節で列挙した大阪弁の特質は，この意味から今後のインタフェース設計に興味深い指針を提供しているように考えている．前節で挙げた大阪弁の特徴と上述の関係性を産み出すインタラクションの特質が相互にどのように対応付けられるかについての著者による見解はここでは敢えて控えさせて頂く．結論として「関係性を産み出す土壌」を兼ね備えたことば，それが大阪弁であるように考えている．

7 あとがき

本稿では，従来からの技術主導で進められてきた自動化のもたらし始めている不備に端緒を発し近年唱えられている「人間中心の自動化」のコンセプトとその限界から，今後の人間と自動化機器（広くは機械やエージェントの人工物をも含む）における「関係性」の在り方に視点を転じたインタフェース設計について著者の雑感を述べさせて頂いた．

末尾ではありますが，本研究会での拙稿発表をお誘い頂いた NTT コミュニケーション科学基礎研究所の松澤和光氏に対し深謝申し上げます．

References

[1] Sawaragi, T., Ishibashi, A., Nakatani, Y., Kawai, K., Katai, O.: Coordination Quality in Automation, to be appeared in *Post Conference Proceedings of the 7th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems*, Pergamon Press (1999)

[2] Gibson, J.J.: The Ecological Approach to Visual Perception, Houghton Mifflin Comp. (1979). 古崎他（訳）生態学的視覚論, サイエンス社 (1985)

[3] Lave, J.: Cognition in Practice, Cabbridge Univ. Press (1988). 無藤他（訳）日常生活の認知行動, 新曜社 (1995)

[4] Conein, B. and Jacopin, E.: Projected Plans and Situated Activity: Inventory of Objects and Workspace, in *Embodied Cognition and Action*, 1996 AAAI Fall Symposium, TR FS-96-02, pp.24-26 (1996)

[5] Hutchins, E.: Where is the Intelligence in a System of Socially Distributed Cognition ? 日本認知科学会編, 認知科学の発展, Vol.7, pp.67-80 (1994)

[6] Suchman, L.: The Structureing of Everyday Activity, 日本認知科学会編, 認知科学の発展, Vol.7, pp.41-57 (1994)

[7] 椹木: 資源制約下での人間—人工物の協調系のデザイン, 人工知能学会誌, **13**-3 (1998)

[8] 椹木: 人間—機械—環境系からみる熟練技能, 計測と制御, **37**-7, pp.471 – 476 (1998)

[9] 尾上: 大阪ことば学, 創元社 (1999)

[10] Sawaragi, T., Tani, N. and Katai, O.: Evolutional Concept Learning from Observations through Adaptive Feature Selection and GA-Based Feature Discovery, to be appeared in *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, **7**-3 (1999)

[11] Sawaragi, T., Tsuboshita, Y. and Katai, O.: Organizational Learning in Concurrent and Collaborative Design Activity: Emergence of Divergent Roles and Shared Tacit Knowledge, *Proc. of the 8th IFAC/IFORS/IMACS/IFIP Symposium on Large Scale Systems: Theory and Applications*, **2**, pp.792 - 799 (1998)

[12] Sawaragi , T. and Katai, O.: Modelling Recognition-Primed Decision Making under Time Pressure and Multiple Situational Contexts, *Preprints of 7th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems*, pp.269 - 274 (1998)

[13] Sawaragi, T., Katai, O.: Bio-Informatic Activity Modeling for Human-Artifacts Symbiosis under Resource Boundedness, *Artificial Life and Robotics* (1999).（印刷中）

[14] 塩瀬, 岡田, 椹木, 片井: 双参照モデルにおける社会性の創発機構, 認知科学, 6(1), pp.66-76 (1999)

[15] Sawaragi, T., Ogura, T.: Uncertainty and Display Management of Interface Agent under Time-Critical Situations, to be appeared in *Proc. of the 8th IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems*, Seoul (1999)

[16] Sawaragi, T., Shiose, T. et al.: Interaction Dynamics between Human Expert and Electric Agents for Collaborative Proficient Skill Tranfer, to be appeared in *Proc. of IEEE Conference on System, Man, and Cybernetics*, Tokyo (1999)

[17] Sawaragi, T., Horiguchi, Y.: Analysis of Task Morphologies for Networking Behavioral Skills via Virtual Reality, to be appeared in *Proc. of the Eighth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, Stanford University (1999)