日本における人工知能研究をめぐる

オーラルヒストリーVol.6

（AIUEO　1984 年）

（AIR 温故知新プロジェクト：オーラル・ヒストリーシリーズ）

AIR: Acceptable Intelligence with Responsibility

2020 年 2 月

AIR 温故知新プロジェクト：オーラル・ヒストリーシリーズについて

人工知能研究は情報学に軸足を置きながらも、その発足当時より、人文社会科学をはじめとした他領域とのコラボレーションによって発展してきました。そうしたコラボレーションは、第 1 次人工知能ブームから現在に至るまで、様々な形態・ネットワークで、時に拡大・縮小を繰り返しながら展開してきました。

2016 年現在、第 3 次人工知能ブームとも言うべき状況にあります。こうした状況下において、人工知能研究者やそれに関連する仕事をしている人びとは、産業への応用可能性を基軸とした民間・政府資金の集中投下といった政策的展開や、それに伴う組織の拡大・再編成、そして多様な研究・応用ネットワークの形成など、目まぐるしい状況変化の只中に身を置いていると言えます。そのようななかで、どのような針路をとっていくべきなのか、問題として経験されることは何か、それはどのように解決すべきなのかといったことを考えることは非常に重要です。

他方で、第 3 次人工知能ブームと先に述べたように、すでに私たちの社会は第 1 次・第 2 次ブームを経験しています。つまり、すでに来た道であるならば、そこから学び、現状に対してそれを活かしていくこと――まさに温故知新――もまた必要なのではないでしょうか。私たち AIR は、こうした問題意識のもと、2016 年現在も現役で活躍している方が多い第 2 次人工知能ブームに身を置いていた先人たちへのインタビューを企画しました。

こうした取り組みは、期せずして異分野協働体制となった AIR のメンバー間の相互理解・共通言語構築への一助になることも企図しています。また、インタビューを通して、人工知能をめぐる科学技術史や学際的連携の在り方についての研究などの発展的展開も将来展望として考えています。

一方、先人たちの経験や教えを私たち AIR のみで共有するのではなく、現在第 3 次人工知能ブームと言われるなかで一般に広くそれを公開することは社会的意義があると考えます。そこで、インタビューの書き起こしデータを公開する運びとなりました。これが広く読まれ、今後の人工知能研究あるいはそれに関連するさまざまな取り組みを進める際の一助となれば幸いです。なお、本インタビューは、研究用途に限り（要出典明記）使用を認めます。

2016 年 4 月
Acceptable Intelligence with Responsibility

目次

目次・概要…… i
AIUEO 略年譜…… iii
インタビュー逐語録……1-52
附録 I AIUEO1984 年 7 月 21 日発表資料

概要

■本資料について

本資料は、1984 年 7 月 21 日の AIUEO の研究会の様子を文字起こししたものである。データは斉藤康己氏に提供いただいた。また文字起こしにあたっては、2019 年 10 月に開催された AIUEO 秋合宿参加者を中心に内容と発言者の確認を行っていただいた。

■1984 年 7 月 21 日研究会参加者リスト（敬称略、編集以下、五十音順）

斉藤康己［編集］
相田　仁
來住伸子
嶋田　晋
白井英俊
田中卓史
寺野隆雄
中川裕志
橋田浩一
平賀　譲
堀　浩一
松原　仁
※　発言が特定できなかった可能性の参加者もいる。

■場所

東京大学工学部（本郷キャンパス）６号館あるいは９号館

■発行
AIR: Acceptable Intelligence with Responsibility

■発行年
2020 年 2 月

■本インタビューの取り扱いについて
本インタビューは研究利用に限り使用を認める。なお、使用時は必ず本報告書からの引用を明記すること。

AIUEO 略年譜

1977 年冬　斉藤康己氏、中島秀之氏、片桐恭弘氏、白井英俊氏の 4 名により開始。2 週間に 1 回のペースで土曜日の午後、AI に関する論文や本の輪講を行う。AIUEO は Artificial Intelligence Ultra Eccentric Organization の略。

1982 年　名簿には 20 名ほどが参加。

1986 年　メーリングリストを開始。

1989 年 7 月　名簿には約 90 名が登録。

1991 年 4 月　輪講会を終了。以後は年 1 回の合宿中心の活動を行う。

1995 年　名簿には 41 名ほどが、メーリングリストには 64 名が参加。

1997 年　メーリングリストを終了。

2019 年 10 月　22 年ぶりに合宿を行い、正式に AIUEO 終了を宣言。

著書として：

AIUEO 翻訳：『エキスパートシステム』（1985 年）、『メンタルモデル－言語・推論・意識の認知科学』（1988 年）、共に産業図書から出版。

斉藤氏からご提供いただきました（2020 年 2 月現在）。

写真：2019 年 10 月秋、最後の AIUEO 合宿。おそろいのブルゾンを着て。

AIUEO 合宿参加者：中島秀之、斉藤康己、片桐恭弘、鈴木達郎、白井英俊、寺野隆雄、平賀譲、中川裕志、相田仁、岡夏樹、来住伸子、麻生英樹、東条敏、橋田浩一、沼尾正行、藤田悟、富岡豊、相澤彰子、伊庭斉志、國吉康夫、松原仁

AIR 参加者：江間有沙、久木田水生、長倉克枝

斉藤：今日は、前もって題を言っとかなかったんですが、そこに書いてあるように、”Is it possible to represent symbolizer symbolically”という題で話します。それで、今日はいつもと違って、ペーパーはないんですが、あまり私が話しするよりもみんなで議論したい題目なんで、前半1時間ぐらいで、どういうことを議論したいかという話をやって、後半1時間ぐらいみんなに議論していただきたいと思います。

それでだから話の目的は、大体3つぐらいあって、最近、私、頭ん中でもやもやしてて、自分で何だかよく分かんなくなってきてることを、みんなに議論してもらいたいのがまず第 1 です。それからAIUEO、今までやってきたんですが、人のペーパー読んでるのもそろそろつまんなくなってきたから、自分で問題を提出して、考えるような方向にこれからだんだん行くと良いのではないかと思うので、そのイグザンプルを提供しようと思って、ペーパーなしでやることにしました。

それからレジュメの中に少し含まれてますけど、通研[1]で最近、リンケージというのがはやり出して、つまり部屋の枠を超えて、他の部屋の人と集まっては議論するっていうのなんですけど、その場でいろいろ議論したことがネタになってますんで、通研で今までの研究とちょっと違って、そういうばかなこともやり出したりと、民営化すると（笑）。

一同：（笑）

斉藤：そこら辺が話できればいいと思ってます。それで。

○○[2]：もしかして斉藤さんが行ってる間に民営化されたりして。

斉藤：そうね。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：それで、最初のページに、「AIUEO」って書いてあるやつです。3 種類あるんですけど、他の 2 つは参考資料で、最初のやつも2ページだけがあれで、その下、参考資料なんですけど。「状況設定」っていうふうに書いてあります。だから、今日は議論したいんで、だから私がなぜ頭がこんがらがってるかっていうのを説明して、みんなに解き明かしてもらおうと、そういう感じです。

○○：こんがらがってる。

斉藤：まず 1 番目に、「History of AIUEO」って書いてあって、それがその資料の1っていうのがありますんで、ちょっと見てください。これ、AIUEO やり出してから、今日まで、最初のほうはちょっと記憶が定かでなくて、っていうか、全然自分で覚えていたんじゃないんですけど、これ、こんなに覚えてるはずないんだけど、今までどういうペーパーをここで読んだか

[1] 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所基礎研究所のこと。

[2] 以下、発言者が特定できなかった発言は○○で示す。

という記録です。

それで、最初のページに、私が随分前にイギリスに留学してたときに、エセックス大学ってとこにいたんですけど、そこで読んだ、そこでこういうAIセミナーみたいなものがあったんです。それがそもそもの始まりで、そこでいくつかAIのペーパーを読んで議論したりしたときに読んだペーパーが並んでます。帰ってきて、そういうふうに議論するのは面白いからっていって、情報輪講か何かで「誰かやりませんか」って言ったら、白井[3]くんと中島[4]と片桐[5]くんと、あともう1人いたっけ。鈴木[6]くんもいた。でも最初は入ってなかったな。だから4〜5人で最初始めたんです。そこに書いてあるように、最初のうちは、PLANNER とか、古典的なのを読んでたんですけど、それから 2 ページ目の最初の辺りに、Boden[7]っていう人の、『Artificial Intelligence and Natural Man』[8]っていうすごい厚い本なんですけど、それもサーベイみたいなもんですから、いろんなAIのプログラムの説明みたいなの入ってるのを読んだりしていたわけです。

それで、ときどきはプログラミング論みたいなのも読んだりもしたんですけど、そうやってずっと読んできて、2ページ目の下にある辺りが最初の AI セミナーですか、夏の。夏のセミナーで、Sloman[9]っていう人の本、読んだんです。

最初はずっと人数少なかったんですけど、そのうち増えてきて、どこら辺から増えたのかな。よく分かんないですけど、4 ページ目ぐらいに、82年7月3日のときのメンバーっていうのが書いてあって、そのとき、20 人ぐらいですか。なので、そのときにはもう大体増えてたんですね。Popper[10]の本をやった夏の辺り、というわけです。

それでこれいつだったか、途中で去年かおととしか、何読んだか残しとこうっていうんで、昔のペーパーを引っ張り出して、計算機打ち込んだんですけど、こないだ読み返してみて、つまりこれだけたくさん読んだけど、何が残ったのでしょうかという、こういう年寄りじみた感慨にふけってしまったわけです。

つまり、別に AIUEO で AI のペーパーを全部読んだわけではない

---

[3] 白井英俊。玉川大学工部を経て、中京大学電気電子工学科教授。計算言語学、情報工学。

[4] 中島秀之。電子技術総合研究所、産業技術総合研究所サイバーアシスト研究センター、公立はこだて未来大学、東京大学先端人工知能学教育寄付講座を経て札幌市立大学学長。人工知能、マルチエージェント。

[5] 片桐恭弘。国際電気通信基礎技術研究所を経て、公立はこだて未来大学システム情報科学部。認知科学。現在同大学学長。

[6] 鈴木達郎。日本テレワーク協会客員研究員。工学院大学非常勤講師。

[7] Margaret Ann Boden. 人工知能研究者。

[8] M. Boden, 1977, Artificial Intelligence and Natural Man, MIT Press.

[9] Aaron Sloman. 哲学者。認知科学者。

[10] Sir Karl Raimund Popper. イギリスの哲学者。

し、それをカバーしてるとはとても思わないんだけども、でもかなり重要なペーパーは読んだと思うし、どういう研究を最初のころからずっと眺めてきて、どういう研究がなされたか眺めてきてたんだけど、どうも何か何も言えてないような気がすると。

それでその 1 のところの最後の結論は、つまり、この資料を元にっていうか、あまり長く AIUEO にいない人はそう感じないかもしれないけれど、プログラムを書いて、Artificial Intelligence のペーパーを書いてても、あまり知能に関して知見は得られないと、のではないかと思ったわけです。だから、program without theory、何か言いたくなったら後で言ってください。program without theory は何の役にも立たないというのがまず 1 のところの結論です。

それでそれと同じことを言ってる人は最近非常にとみに増えてまして、いろいろな人がいるわけですけど、3 番のちょっとこれ順序間違えたんですが、3 番の Marr[11]のペーパーがあって、これはもう読んだ人もかなり多いかもしれないんですが、Artificial Intelligence の 77 年のボリューム 9 に出てたやつで、Marr が死ぬ前に書いたんですけど、Marr のあの『Vision』[12]っていう本があって、それを読んだ人も知ってると思いますけど、Marr は最初 MIT 行ったときに、AI、MIT でやってる AI に非常に批判的だったわけです。

その批判っていうのは、どういうことかというと、これはちょっと長いので、コピーする気力が失せて、ここに一部ありますけど、コピーはしてきてないんですけど、エッセンスそこに書いてあって、つまりタイプ 1 セオリーとタイプ 2 セオリーがありますというふうに彼は言うわけです。

タイプ 1 セオリーっていうのは、つまり AI のセオリーです。あるいは AI の仕事というのは、仕事じゃない、つまり AI の中で出てくるセオリーには 2 種類あると。タイプ 1 っていうのは、非常に気持ちよくできたセオリーでどういう情報処理の問題があるかということをまず明らかにすると。Marr の場合はビジョンの研究者ですから、外から得られた、テレビカメラなどで得られた黒白の、黒白あるいは、インテンシティー・アレーからまずはプライマル・スケッチみたいなものを計算することが問題であるというふうに問題をアイソレートするわけです。そうすると、それをするためには、どうしなければならないというコンピュテーショナル・セオリーっていうのが考えられる。

---

[11] David Marr. イギリスの神経科学者。計算論的視覚論で知られる。

[12] D. Marr, 1982, Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information, San Francisco: W. H. Freeman and Company.

そのセオリーを数式なり何なりを使ってセオリーのレベルで定式化しておいて、その次に、その次のレベルとして、それをアルゴリズムとして、何かインプリメントすることが必要になって、そのインプリメント法っていうのが千差万別でいくらでもあると。Marr がよく例に出すのは、フーリエ変換っていうのは、理論は1つあって、それはもう一度理論が立てられてしまえば、あとの人はその理論に関してはもう何も言うことはなくて、だけどその実際のそのフーリエ解析を行うためには、数値的にやるとすればいろいろアルゴリズムがあって、ファースト・フーリエ・トランスフォームとかあったり、あるいは物理的にやろうとするとレンズなんかで光を通せばそれでフーリエ変換できてるとか、実現法はいろいろあるわけです。

だからアルゴリズムっていうか、セオリーのレベルとそれをインプリメントする、インプリメンテーションのレベルっていうのは区別しなくちゃいけないと。大切なのは、そのセオリーのレベルをきちんと確立することであって、インプリメントすることではないというふうに言うんです。だけど最後には一応インプリメントしてみたら、それでデモンストレーションしてやってみて、ちゃんと予想どおりに動いてるということを確かめるということはあると。そういう形でできたセオリーをタイプ1セオリーと言うわけです、Marr は。

もう 1 つタイプ 2 セオリーっていうのがあって、それはそういうふうには、つまりタイプ1のようには解けない問題に対して立てるセオリーで、セオリーとしては、非常にたくさんのプロセスがお互いに同時に進行して、お互いにインタラクションしてるので、そういうふうにインタラクションしてるということだけが、それのみが一番単純な記述であって、それ以上何て言うのかな、理論化できないと、それ以上単純化できないというものがあるであろうというわけです。

プロテイン・フォールディングっていうのは。どこ？そうですね。プロテインの a が e ですね。

平賀[13]：すみません。これはセオリーについての分類なんですか。それとも対象についての分類なんですか。

斉藤：セオリーについての分類。だけど対象にディペンドしてるよね。

平賀：つまりタイプ 2 セオリーでも頑張れば、タイプ2セオリーで切り捨てる対象も頑張れば、タイプ1セオリーに書けるっていうことなんですか。

斉藤：Marr はその間があまりはっきりしてないと。それでもう絶対タイプ 1 はできないものと、もしくは頑張ってタイプ1ができるものと、すん

[13] 平賀譲。筑波大学大学院図書館情報メディア研究科教授。認知科学、人工知能。

なりタイプ1ができるものとあるっていうような感じで書いてる。だから。

平賀：絶対にタイプ 1 ができないものはギブアップするんですか。

斉藤：そうでしょうね。それはこないだの Fodor[14]のと少し似てくるんですが、例えばプロテイン・フォールディングみたいな現象がある。プロテイン・フォールディングっていうのはいいですか。ご存じですか。

○○：知らなかったです。

斉藤：生物を構成してる、何て言うのかな、いろんな物質っていうのはほとんどタンパク質なわけです。タンパク質っていうのは全てアミノ酸の列なわけ、非常に長い。アミノ酸が何万個と並んでるわけです。その何万個と並べると長い長い鎖になるわけだけど、実際はそういう鎖の状態で存在してるんじゃなくて、フォールディング、畳み込みと称して、ぐにゃぐにゃぐにゃっと丸くなってお団子のようになってるわけです。かつお団子のようになったときに、3 次元的な形で特徴的な部分ができて、そこの部分でまたプロテインがうまくはまるとか、はまらないとかいうんで、そういう物質を認識したり、抗体と抗原みたいので物質を認識してアタックしたりとか、そういうことを行ってるわけで、そういう1次元構造から3次元の構造を決定する問題のことをプロテイン・フォールディングの問題と称してて、それは非常に難しくて、つまり結局最終的には物理的にエネルギー最小の状態に落ちるわけだけど、そのエネルギーを計算するときにここに書いてあるように、書いてないか。何万個っていうそのアミノ酸が並んでるわけだから、各々の位置エネルギーみたいなのを全部計算するわけです。それでどういう配置だったら最小になるかっていうのをやろうとするわけだから、とても手に負えなくて、かつ分子間の力は電子的な力と、そういう何か分子間力みたいなものと全部ごちゃ混ぜなわけですよね。それと周りに水か何かがあると、それとの相互作用も全部入ってて、もうとても手に負えないようなものであると。あとで少しその生体の話が出てきますけど、それでも非常に手に負えないような話が出てくるんで、そういうものはとてもできないんじゃないかというわけです。

それで、それが Marr の言ってることで、私も彼の言ってることにかなり賛成してるというか、かなり、つまりできるできないっていう問題じゃなくて、なぜ難しいかということに関して、かなり彼と同意見なわけです。

それからまた 2 はすっ飛ばして 4 に行きますと、こないだ春のこれ

[14] Jerry Alan Fodor. アメリカの哲学者、認知科学者。

の合宿で、Fodor という人の『The Modularity of Mind』[15]っていうのを読んだんですが、あの中にも似たような話が出てきて、つまりそれはここの3枚目と4枚目に、実はコピーのあれで、3枚目が2枚ある人がいるかもしれないですけど。いや、もう急いでコピーしたから、ソーター掛けといたら。資料3っていうやつです。下のページで③。それは私が部屋で Fodor の本を紹介したときに、ゆったりと、AIUEO でやったので、そのときにちょっとまとめたやつなんですけど、あのとき出なかった人もいると思うんで、ちょっとだけ説明すると、Fodor の本は、人間の、その3の資料3の下のほう、2のほう、2−2 って書いてあるほうを見てください。

人間の認知のシステムみたいなもののサブパートみたいのを分類してて、トランスデューサーとインプット・システムとセントラル・システムっていうのがあると。区切りは、あのときも議論になったようにあまり明確ではないんですが、しかし何となくそういうものがありそうだというのはうなずけて、かつ彼が言うには、Fodor が言うには、インプット・システムっていうところでやってるような計算はそこはモジュラーなので、理論化できるというか、計算機で実現しようと思ってやれないことはないであろうと。

ところがセントラルっていうのは、モジュラーではなくて、つまりあらゆるところからの情報が全て絡み合ってて、お互いにサブ・プロブレムに分けることができない。非常に複雑に絡み合ってるので、もうそれは手に負えないから研究するのはやめなさいというようなことを言ってるわけです。

それから今までの AI の研究は、セントラル・システムでやってることを、幼稚なプログラムでシミュレートしようとしてたから、当然不毛な結果に終わるのは目に見えてるというふうなことを言ってるわけです。

戻りますと、Marr もこの『A personal View』[16]っていうペーパーの中で、同じように AI の仕事を批判してて、タイプ 1 セオリーが立てられるような問題をまず立てることが大切で、それをせずに、何かいわゆる知的と思われるような動作を何かプログラム書いてみて、できたとかできないとか言っても、何ら理論的に蓄積されて、学問っていうのは、昔から蓄積されてきたんで、今かなり先まで見えるようになってると、物理学にしろ何にしろ。そういうことになってないと。そういう研究じゃ全然駄目だというようなことを言う

[15] J. Fodor, 1983, *The Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology*, MIT Press.（＝1985, 伊藤笏康・信原幸弘訳『精神のモジュール形式―人工知能と心の哲学』産業図書）

[16] D. Marr, “Artificial intelligence—a personal view.” Artificial Intelligence 9.1 (1977): 37-48.

わけです。

それでそこまでが状況設定のうちの非常にバックグラウンドの何となくもやもやとプログラムなど書いてても、計算機に向かってもしょうがないのではないかと。もやもやと感じてることの裏付けというか。他にも Dennett[17]みたいな哲学者とか、いろいろあちこちでそういうような似た類似のことを言ってますから。

平賀：Dennett はしかしそういう否定的なニュアンスっていうのは、そんなに強くはない。

斉藤：でも新しい方法論みたいのをやらなければいけないという感じです、Dennett の場合には。それでそこまでそういうふうに感じてきたと、私が。他にもいろいろそういうふうに同じように感じてる人はいると思われるんですが、じゃ、どうしたらいいのかと。

嶋田：ちょっと分かんない、ここで言う理論っていうのは、理論的という言葉よく使われますけど、実際に何をどういうふうに動作してるのかっていうことで、今までの数学とか物理みたいな体系を作ることを理論っていうのか、それともそれは別にそういう形をしてなくてもいいけども、似たようなものがあればいいというか。

斉藤：全然数学、物理みたいな、要するに非常にシンプルだけど、万物に当てはまるというようなそれを言ってるんではないけれども、まずだから Marr がよく言ったのは、ビジョンの場合、何を計算するのかが明らかになってないというわけです。だから最終的に何ができたらビジョンが分かったことになるのかという、その目標が、ゴールが設定されてないわけ。それじゃ駄目だと。つまり何か研究してもそれをいいか悪いかとか、判定する基準が何もないわけでしょう、ゴールがなければ、はっきりしてなければ。だからそのゴールみたいなのを明らかにするために、まず問題を抽出しなければいけないと。ビジョンにおいては、何が問題である、最終的には何を計算しなくちゃいけない、あるいは途中段階では何を計算しなければ絶対その先に行けないかっていうのを問題設定して、じゃ、それはどうすればできるか、光に関してはどういう物理的な制限があるから、そのうちのこういう情報をピックアップすれば必ずこれが計算できるとか、そういう理論を立てるわけ。

立てたら、あとは、じゃ、それは実際にインテンシティ・アレイからとか計算するときには、どういうアルゴリズムでやれば早いかとかいう議論ができると。そのインプリメントのことはあまり重要ではなくて、理論としてきちんと立てるところが重要であるという

[17] Daniel Clement Dennett III. アメリカの哲学者、認知科学者。

わけ。

嶋田：ちょっとMarrの話ですけど、ディファレンスを取るとことか、プライマル・スケッチを取るとことか、それから立体視のアルゴリズムがかなりアルゴリズム的にできてますね。あの辺までは、どう言うのかな、実に実用的な形で形式化できてるんですけど、その次のレベルっていうのは、例えばMarrのジェネラライズド・コーンによる表現とか、いろいろありますけど、あそこはまだ、そういう話はできてないんじゃないかとは思うんですけど。

Marrはしきりにもうボトムアップでやれ、ボトムアップでやれと言って、そういうモデルを使うのは、そういうのは批判するんですけど、例えばモデルを使うみたいなことは理論的とは言わないんですか。それは。

松原：その場限りのモデルみたいな雰囲気でやってるからいけないんであって、モデルの立て方がある理論に基づいてというか、考え方に基づいてなくって、こういけばうまくいくというのが多いという批判じゃないですか、Marrのは。こういうモデル動けば動く。

嶋田：つまり場当たり的にそういうのならできると。だけども。

松原：といってそれがよくないということ、それでは何もずっと進歩しないということなんでしょう。

斉藤：つまり例えばプログラムで言うと、AIでいろんな人がいろんなプログラムを作って、前の人が作ったプログラムに乗って積み上げて作ったシステムがどのぐらいあるかってわけ。

○○：ない。

斉藤：それを3段、4段。なくもないけど、あまりないわけ。例えばプロダクション・システムっていうフォーマリズムはいろんな人が使ってるからそれはいいかもしれないけども、でも何て言うのか、本当にどんどん積み上がって、数学のように高くなるような感じが全然しない。そういう何て言うのか、ジレンマというか。ジレンマなんだけど、だからこういうふうに言ったからといって、タイプ1がどんどんできるとは誰も言ってないし、どうやればできるかも、Marrも分かんないわけだ。だけどそういう区別は必要で、それを忘れちゃって、単にプログラムを作って、できたできたって喜んでちゃいけませんという。

○○：恥ずかしがってやれって。

一同：（笑）

斉藤：いや、まあね。つまりプログラムのときは本当にできると嬉しいから。というところあるでしょう。かつ今までの場合はそういうのでも、成果として論文にもなるし、発表もできるというか、そういう状況だったから、でもそれじゃ困るだろう。でもだからそういう指摘は正しいと思うんだけど、じゃ、どうしたらいいかというのが問題なわけです。それを考えてるとき

に、この2番辺りなんですけど、これは田中さん[18]に、これ出られませんでした、このパネル？

田中：出たけれど（笑）。

斉藤：出られましたか。

田中：出たけれどよく分かんなかった。

斉藤：あ、そうですか。私、カールスルーウェでやった第8回のIJCAIのプロシーディング見たときに、これだけはぜひ出たかったなと思ったんですが、つまり題があまりにも魅力的なので。「Under What Conditions Can a Machine Attribute Meanings to Symbols」っていう題なんですけど、それが今度資料の2にそれのプロシーディングの中にはSlomanが座長をしたんだけど、Sloman が書いたのとマクダーモット[19]と、ウッズ[20]が書いた 3 つしか出てなくて、スミスと Pat Hayes[21]が書いたのは間に合わなかったっていう。

○○：最後の白紙はどういう意味なんですか？

斉藤：あ、これは皆さんの意見を書くためのスペース。

一同：（笑）

斉藤：いや、本当、これ非常に基本的問題だと私は思うわけ。そのシンボルの。つまりですね計算機はシンボル・マニュピレーターであるというわけね。人間もシンボル・マニュピレーターであるという言い方をするんだけど、そのときの人間のシンボルと計算機のシンボルというのは、もう似ても似つかないものであるという気が私はするわけ。

だからその違いがどこにあって、その違いを埋めるにはどうしたらいいかってことを考えるのは非常に重要なことだと思うんで、この題だけでディスカッションしてもいいんだけど、だから白紙があるのは、この題、こう質問されたらあなたはどう答えますかっていうのをぜひ入れてほしいという感じなんですけど。

それで、だからさっきのとこまでは1段落。つまりそういう状況があると、AI の分野で。多分みんなも薄々感じてると思うんだけど、じゃ、どうしようかと思ったときに、このような疑問というか、こういう質問をすることがかなり生産的なのではないかと私は感じたわけです。それを説明するのが今日あれで、説明したら、あと、みんなにディスカッションしてもらおうというわけです。

このパネルはどうでした。雰囲気はどうでした？　活発にやってる雰囲気でしたか、それとも沈滞してる感じ。

田中：実はエントリーはいっぱいだって、500 人が入れるようなチュートリア

[18] 田中卓史。福岡工業大学名誉教授、モノづくりセンター学術顧問。

[19] Drew McDermott. アメリカの計算機科学者。

[20] William Aaron Woods. アメリカの計算機科学者。自然言語処理や知識表現で知られる。

[21] Patrick John Hayes. イギリスの計算機科学者。

ルで、中身はあんまり覚えてない。

斉藤：えーとですね、あの、結局この質問に対して、Sloman はどう答えてるかっていうと、この資料2です。資料 2 の 1 枚目を見ると、Sloman のトーンは、彼は何だろう、哲学者ですよね、Sloman、一応。だから非常にうまくあっちも言ったり、こっちも言ったりって感じで全然はっきりは言ってないんですが、普通、3 つ目のパラグラフに「popular reply is to postulate sensors and motors」って書いてあります。だから彼の第1のリアクションはつまり、意味を持たせるためには、世界とその下に、4 行目ぐらいに書いてありますけど、「causally embedded in the world」って書いてあるんですけど、要するに世界とつながってなくちゃいけないと、causally（コーザリー）に。

○○：コーザリーってどういうことですか。

斉藤：コーザリーって、だから原因結果のチェインでっていうことでしょう。だからもうちょっと敷衍すれば、ちゃんと入力装置と出力装置を持ってて、外からの情報を絶えずこっちに取り込んでて、それが原因になって中で変化して、その結果外に何かアクションをしてると。そういうエージェントでないと意味というのはシンボルにくっ付かないというリプライがまず考えられるけど、そうじゃなくてと、彼は言うわけです。それが1、2、3、4、5 個目のパラグラフで、「I claim that we should accept the anti-behaviourist intuition that the meaningful use of symbols can be purely internal.」と書いてあって、「the meeting of symbols can be purely internal」と書いてあります。つまり全く閉じて、外とインタラクションなしのエージェントであっても、ちゃんとミーニングというのは存在し得るというのが Sloman の回答なんです。一応。その後でまた「そうじゃない」というんだけど、ごちゃごちゃして議論を沸かせるようになってるんですが。

斉藤：2 枚目のマクダーモットのやつもほぼそれと同じなんです。どこを見ればいいかっていうと、1 枚目の右のコラムの「星、星、星」って書いてあって、その下に「for example」って書いてありますけど、そこを読むと大体分かるんで、「for example when a car is coming the robot's」、ロボットなんです。だから彼もやっぱりセンサーと何かあるって感じなんだけど、「robot's sensors put an expression (CAR-COMING) into the formal system」です。「which infers (SHOULD-DO (JUMP))」でしょう。「and sends (JUMP) to the effectors, which actually causes a jump」。ロボットがジャンプすると。それでいいんだと彼は言うわけです。

つまり、ジャンプすると足の筋

肉が痛むとか、降りるときにそっと降りないとけがするかもしれないとか、というか、人間が思うであろうそんなことはどうでもよくて、フォーマルなシステムとして、car coming ならば、should do jump で、それが実際にジャンプに結び付いていれば、もうそれでそのシステムはちゃんとミーニングを理解してると。だからこういうシンボルはミーニングありであるというふうに言うわけです。

その 2 つ下ぐらいのところに、「interpretation can play no functional role in how the robot works」って書いてあって、「it is simply an analytical tool, to explain how it works.」。だから人間がそのロボットを見て説明するときに、例えば car coming って書いてあったら、それは車が来てることであるのだとか、ジャンプというのは飛び上がることであるのだとかいうそういうインタープリテーションは全く無意味であって、その次のページを見ると、そういう何て言うのかな、シンボルをマニュピレートして、ミーニングを当てはめているというふうに人間は自分で内省して思ってるんだけど、そういうのは全く、2 ページ目の、ごめんなさい、マクダーモット（McDermott)が書いたやつの 2 枚目の右の真ん中辺りに書いてあるんですけど、「people feel a sharp difference between only knowing something's name and knowing the object directly」って、名前とそれが指してるものとを知ってるっていうのは非常に違うことだというふうに感じると、人間は。だけどそれはイリュージョンですというふうに言うわけです。

だから彼は全くもう人間は計算機がやってるのと全く同じようなシンボル・マニピュレーション・システムであって、人間がもっと何か深い意味というか、あの人がこっちをちらっと見てくれたのはもう愛してるんだとか、そういうのは全部もうイリュージョンであって、そういうのはもう単に思い込んでるだけであって、全くもう存在しないと。だから計算機がシンボリックに何かある動作をしたら、もうそれでそのまま人間をシミュレートしてることになってるというような感じの言い方なんです。

2 人ともそうなんだけど、3 人目のウッズは違ってて、ウッズの議論は、ちょっと長めなんですが、結局、彼はウッズは脚注があります。まず脚注から読むと、「I will use the word “symbol” here as a generic for the entire class of symbolic expression used by the system, including designating expressions, predicates, propositions, etc.」だから、ほとんど何でもシンボルと呼んでるんだけど、そういうものを使って、つまり人間じゃない、システムでいいんだけど、システムも人間もイ

ンファランスをするわけです。そうするとそのインファランスが正しいか正しくないのかっていうのを、チェックしたり、チェックした結果間違ってることが分かったときに、どこが間違ってるかを検出しなければいけないんです、当然。

その検出するためには、途中の中間結果みたいなシンボルがちゃんとその外界っていうか、中間結果自身が外界とのマッチでチェッカブルというか、それが正しいか間違ってるかを言えるようになってないと、インファランスして間違った結果が出たときにどこを直していいか分かんないというわけです。チェックが入るのは、外とのやり取りっていうか、外からの情報以外にあり得ないと。中で単に閉じてて、全くロジカルに、AならばB、BならばC、CならばDってやってるシステムで、D が最終的に間違ってたとしたら、どれが間違ってたのかを、全くインターナルに閉じた世界で言うことはできないと。だから必ず外とのつながりが必要であるというような、ちょっとはしょり過ぎてるかもしれないけど、言い方をしてます。

それで、だからこの議論は、結局、どういうことになるかというと、人間というシステムを、機械でも何でもいいんですけど、そのときに外と独立で全くオートノマスに自分だけで自立して外とのインタラクションなしに何か活動できるか？というわけです。活動できるか？そういうシステムとして知的なシステムがあり得るか？ということになると思うんです。それで。

○○：外の世界がシンボルであるってことも。

平賀：そのインターフェースがシンボリックであるないは関係ない。

斉藤：インターフェースが？

平賀：シンボリックなインターフェースであるか、それとも。

斉藤：何かアナログな。

平賀：っていうことにかかわらない？それともノンシンボリックであることが必要なんですか？

斉藤：必要っていうのは？

平賀：だからいわゆる外とのインターフェースを持ってなきゃいけないよっていった場合には完全にシンボリックなインターフェースでは駄目だ、インプットシステムに似たような中では（　）[22]してるとか、あるいはおかしくなったとか。

斉藤：いや、だからそう思うか、私もそれは分からない。つまり外がシンボリックっていうのは非常に言えてて、つまりもし外をシンボリックに計算機の中に作ってやれば、出てきたけど、Mind's Eye なんかによく出てきたけど、全部を中にシンボリックに作ってやれば、その中でそういうインタラクション

[22] 以下、聞き取り不可能な部分は( )で示す。

してもいいわけ。それ全部がそういうふうに記述されてればできてるっていうふうに言うのかっていうことがあるんだけど、でもそれは非常に大変だよね。人間だけでもシンボリックに表現するのは。

○○：彼は、ノーって言ってフーフー言ってて。

斉藤：だから何て言うのかな、それであとはそのことはあとで少し出てくるんですけど、原理的に可能であっても、現実的には不可能っていうのいっぱいあるわけだから、その現実的に不可能なののどこを攻めればいいかと思ったときに、人間は一応外界と独立して動いてるように見えるから、そこで一応切ってみようかというわけ。だからそこは議論があって当然なんで、あとで議論してほしいんですけども。

最後に状況設定の 5 番目として、全部話がごっちゃになるかもしれないんですけど、だからシンボルみたいなものにどういう意味を持たせるかっていうのが1つの問題であるっていうことと、もう1つ5番目で言おうとしてるのは、さっき最初に通研でちょっとリンケージっていうのが始まってるっていう話をしたんですけど、その中に学習のリンケージっていうのがあって、学習に関して研究しようと、学習するにはどうしたらいいかという議論をしてるグループがあるんですが、それに私が入ってて、そこでの議論の中で、第1種、第2種という区別が出てきた。

それでそれは、資料の 4 にあるんですが、資料の4の最初は、学習のリンケージの最初のときに、私が書いたやつで、つまり「学習とは何か。計算機による学習と人間による学習の違いは何かを A4 一枚にまとめてきなさい」と言われてまとめたわけですが、まずその学習の定義をしてあって、外界とのインタラクションを通じて有機体が、それは必ずしも生物である必要はないっていうふうに書いてありますが、計算機でもいいと思ってるし、あとで出てきますけど、社会とか、生物の種の集団みたいなのも全部、何でもかんでも有機体と呼んでしまうわけですが、その構造を外界に、必ず外界があるんです、私の場合にはなぜか。外界にマッチするように変化させて、よりうまく行動するようになることが学習である。うまくっていうのは、未定義だからまだ定義になってないんですけど。

そういうふうに定義しておいて、学習というのを分けてみると。分け方はいろいろあるんですが、ここでは時間、どのぐらい学習に時間がかかるかということと、その内容と両方含めて、3 つに大別したと。それは大変時間のかかる学習があると。それは生物の進化とか、社会が発展するとか、経済的に経済状態が変わっていくとか。学習してよくなってるかどうかはよく分かんないですけど、不況になっ

たりすると、それは学習してんじゃなくて、システムが悪くなっちゃってるんだけど、生物の進化なんかはかなり学習していろんな環境にマッチするように変化してるふうに見えます。

それから 2 番目のはある程度時間のかかる学習。それは例えば子どもの言語の習得とか、人間が常識を形成する過程とか、それからその下にシンボライザーっていうのが出てくるんですけども、Fodor が言ってたインプット・システムのようなもの、それが生まれた後、生まれる前からも少しずつ作ってるんでしょうけども、言語を習得し終わるぐらいまでに出来上がるわけです。その過程みたいなものはかなり時間がかかる。

もう 1 つ全く時間の、全くじゃなくて、あまり時間のかからない学習があって、それは一夜漬けです、いわゆる。あるいは電話番号を語呂で覚えたり、その場で、2〜3 回反復してると覚えちゃうと、いうふうに分けると、その3に当たるようなことは計算機にはすぐできるわけです。すぐできるというか、それはメモリにインプットっていうか、要するにメモリに記録しとけばよいので、それはあまり学習とは呼べないようなもの。

2 のようなものをやろうとしたときに、あるいは 1 も、1 は長過ぎるからちょっと置いとくとして、2 のようなことをやろうとしたときに、そのシンボライザーっていうのが必要になるであろうというわけです。それで計算機の学習の場合には、現在の計算機はシンボライザーは持ってないと。ので学習には大変な困難が伴うような気がすると思われます。それで。

平賀：持ってないことはないんじゃない？

斉藤：持ってないことはない。例えば？

平賀：だって、要するにこれのノンシンボリックなインターフェースを持ってる計算機があるかということでしょう。

斉藤：ノンシンボリックなインターフェースね。

平賀：だからそういう。

斉藤：外のプロセス制御みたいなやつでそのプロセスの温度とか、圧力とかいうセンサーを持ってて、そっからの情報を常に取り込んでるとか。

平賀：あるいは自動番号読み取り機とか。

斉藤：そういうものはシンボライザーを持ってると。

平賀：だから持たないとはどういう意味で書いてあるのかは分かんないけど、技術的に作ることはできないっていうことはない。

斉藤：ない。だからシンボライザーの意味がはっきりしてないから、今の疑問が出たと思うんですが、人間のようなシンボライザーは持っていない。つまり今出た例で言うと、自動番号読み取り機は、人間が書いた数字をちゃんと、要するに0から9までのシンボルにきちんと認識してくれるわけ。だけどそのシン

ボライズは、人間のシンボライズとはかなり違うというのが私の言いたいことなの。それでだからその違いがあることが計算機と人間の大きな違いであると。

平賀：だからプロセスとして違うということですか？結果としてですか？

斉藤：プロセスとして、結果として両方違う。例えば、人間が数字を見たときには、例えばアルファベットでよくやるでしょう。

○○：全部、（板書を）消してくださって構いません。

斉藤：次は何ですかっていうのあるよね。（と言いつつ、黒板にアルファベットの文字列を書く。確か「A、F、H、I、J、K、L、M、N、・・・」）

次は何ですかっていうでしょう。そのときに人間は文字を認識して、その結果でこれを考えてるわけ。だけどこれはこの問題は、番号読み取り機では絶対解けない。

平賀：それはシンボライザーじゃなくない？

斉藤：じゃなくないよ。だけどつまり人間はこれを読み取ったときに、もちろん何て言うの、アルファベットだったら、アルファベットは 26 個あるうちのどれであるかを区別しなくちゃいけないと。そういう意味でのシンボライズをしてるわけ、当然。この中のどれであるかを判定することが、それは単に1つの仕事だけであって、そうじゃなくて、これを見た途端に、人間はこれの発音とか、それから形に関する情報も何らかの形で頭の中に出来上がってるわけで、これを考えるときに全部使えるわけ。そういう情報を。

そういう意味で、何て言うか、私はシンボライズという言葉を使ってて、だから「認識」と言ったほうがいい、「シンボライズ」というのは言い方が悪いのかも。

平賀：違いますよ。だけどそれを見た途端に純粋に A というシンボルを取り出す過程があって、その A に関する知識というのは別のところにあって、それは A というものが認識され、認識した段階で、それと結び付けられて、そっからいろんなそういう A に関する情報が出てくるってことじゃないですか。

斉藤：なるほどそう思う？　つまり。

嶋田：Fodor の言うことと違うんじゃない？

斉藤：知識というのが、何か別の場所にためてあって、それへのインデックスがAとか、Bとか、Cとかなってて、つまりそれでインデックスできると。例えば「犬」っていう。

平賀：「犬」というのはもっと別かもしれません。

斉藤：ちょっと複雑になってきたけど、例えば「犬」とか、「おばあちゃん」とか、そういうのを認識するわけ、ぱっと見たとき、どっから来てるのか。そのときにそういう例えばおばあちゃんに関する知識が全部ここにプロポジショナルに書いてあって、そのおばあちゃん……。

平賀：そうは言ってないでしょう。そのAでインデックスされるものが頭の中にある。
斉藤：だからこうなってるかもしれないと、こう。
平賀：その広がりみたいなものが、あっちに（　）。
斉藤：＜聞き取り不能＞
松原：もやもやもやとした、つまりシンボライズできてない。
平賀：シンボライズと言ってることのレベルが違うということだけを言いたい。
斉藤：だから外の、でも要するにいったんそういうものを通って、そっから今度知識をアクセスしてるんだから文字としての A というものを認識した後でそうかもしれないし、そうでもないかもしれないから、私はこれは分かんない。でもこういうのを考えるときには、答えは（　）。
○○：（　）。
斉藤：ああいうのを考えるときには、だから番号読み取り機ではできなくて。
○○：（　）。
斉藤：じゃ、ちょっと楽しんでてください（笑）。それで。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
○○：直線のが 3 つあるね。
中川：閉じてるっていうのもあるんだよね。
○○：閉じてる。
中川：A のところにあるし、B とか、D は閉じてたから、それ抜けてる。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
斉藤：あのね、これはね、これはどういうシンボルかっていうと、上または下から手で押したときに痛い。
一同：（笑）
＜発言が重なり聞き取り不能＞
松原：丸くなってない。
斉藤：つまりとがってて刺されるんです。
中川：やっぱりその手だったんだ。
斉藤：でも言った途端に分かるでしょう。だからつまり人間がシンボルを見たときには。
○○：え〜〜〜っ。
斉藤：途端に分かんなかった？
平賀：いや、そうじゃなくて、それはそんなに簡単な話じゃない。
斉藤：簡単じゃないよ。簡単じゃないことをいともたやすくやってるわけじゃん。
橋田：やってるって今の誰がやってた？私らはやっていなかった。
斉藤：誰も分かんなかったのか。だからこれは非常にひねれた問題だから、われわれも何時間も考えてやったから。ていうか、そうじゃなくて、これはもっと単純な問題を考えてた後に出てきた問題だから、もうその状況ではひねれてるっていう前提があってみんなで考えたから、できた人もいた。
平賀：もう斉藤さんが出したという時点でひねれてる。
一同：（笑）
斉藤：いや。
嶋田：それはねシンボリックに表現できるかどうかっていうんじゃなくて、上から下から「痛い」って言われた瞬間にそういう概念が出てくる

っていうほうじゃないんですか。だから対象が表現されてることが、ここを「痛い」って言われた瞬間に、「なるほど、そうか。それはBは丸いから痛くないな」と今、考えたわけです。だからそれと、いや、もちろん番号読み取り機にはできないかもしれないけども、その表現形式とはまた別な問題じゃないですか。

斉藤：でも言われた瞬間に頭の中で何かが起こって、これをちゃんと何て言うか、紙の上にこれはべたってなってるんだけど、そうじゃなくて、上や下から押せるようなものと思い込めたわけ、頭の中で。かつ頭の中で上から押したり、下から押したり、頭の中でできたわけ。

嶋田：いや、そうしてるかどうか分かんない。ここは単にとんがってるか、とんがってないかだけの形としてみた。

斉藤：でもいい、それでもいい。とんがってるかとんがってないかということを、ここの文字に関して、シーケンスは全部書いてないから、頭の中に A、B、C っていう列があるわけよね。基本的にこの B はとんがってない、C はとんがってないなっていうのをチェックしてってるわけ。そういうことができてるわけ。

平賀：言われたその瞬間には、この見てるものしか見てなくて、裏は知らない。

斉藤：こっから実は答えを言ったときに。

平賀：だからこっから実は。

斉藤：チェックし出すでしょう、本当にそうかなって。

平賀：だからまず（　）くん（　）もしかして（　）。だから例えばこれからIが落ちてて、そうだよって言われても全然構わない。

○○：外（　）。

嶋田：だから相当長い間、I が落ちてた（　）。

斉藤：それはどうでもいいけど、そういうことを言いたいんじゃなくて、この文字は 26 文字のうちの A であって、B ではないという意味だけじゃなくて、今言ったように形のとがってる、とがってないっていう情報もアクセスできるし、この手の問題で発音を使うこともよくあるわけね。そうするとこれがどう読まれるかという情報もアクセスできるし、そういう形に何て言うか、中で表現されてるわけ。非常にうまく。

嶋田：例えばいくつかありますね、音とかね。例えば。発音を知らないがき（子供）に見せて、今の問題を、そうするとそのがきには音の情報はないから、今度音で例えば一番最初に「え」で始まるものを並べちゃうわけ。そうしたら解けないですよね。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：郵便番号読み取り機でも、

嶋田：同じだ。

斉藤：同じだよ。

嶋田：だから問題は知ってる知識のそこにフレーム的に何でもいいですけど、書いてあるのがどこまである

か。その問題に還元されちゃうんです。

斉藤：だからそういうものをたくさん用意して、各々のシンボルに関してそれ全て書けばそれでできると。

嶋田：例えばあれ見た人は、絶対もう何て言うの、ちょっと閉じてるか閉じてないか（注：（）という文字の形）。どうのこうのとかトポロジカル的な意味で。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

○○：常道としている。

相田：常道っていうのは、今までいろんなクイズをやってるから、やっぱり1から何か番号か何か付けて、これ何ですかって、テレビのチャンネルの番号（注：この時の東京のテレビ局の VHF のチャンネル。「1, X, 4, 6, 8, 10, 12」でXに何が入るか、というクイズ）か何か既にやってるから、そういうのをやってるから、逆に問題を見たときに、情報をどこまで付け加えるかっていう問題に還元されますし。

斉藤：そうかもしれない。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：しかしそういうのが付け加えられるようなものなわけね。つまりもし。

相田：いや、だけど明らかに手前じゃないとできないって話もあるでしょう。

斉藤：手前っていうのは？

相田：要するに一旦 A まで行ってから、Aからインデックス張るというのでは、Aはこういう格好だっていうのでは、駄目な場合もあるわけで、それこそ今、I っていうのがこう書いちゃったけど、I はこう書いちゃってもよいじゃないか、Xが言っていたけど対称形だとか何とかいうのは、一般的にわかるんですか？ダイヤの7は対称か対称ではないかとかいうのは。でも普通は。

平賀：自分がこれ見たときは、まず文字として認識して、どうにも行き詰ったときにやっとその形としてそろってるかそろってないとかいうところからまた全部やり直す感じだよね。

相田：それはそうでしょう。だからやっぱ例のあるものを見たときに、普通に認識するレベルっていうのが例によってあるわけでしょう。

斉藤：それと少し違う見方をしてると。だから例は悪いかもしれないけど、人間の場合、文字読み取り機は0から9までいいんだけど、ほとんど世の中にあるあらゆるものを見て、シンボルにマップできるわけ。ラフではあるけれど、建物を見たら建物であると言えるわけ。犬を見たら犬であると言えるわけ。どんな犬を見ても、どんな建物を見ても。

平賀：それ一般的な能力があるわけ？一般的、そういうメカニズム。

斉藤：メカニズムがあるなどとは私は言ってない。だけどそうできることは非常に特徴的だ、人間の。

中川：かなり一般的にありそうだ。

斉藤：一般的なメカニズムがある？

中川：理論的にそうだというわけではないけれども、例えば子どもの話を

するけれど、うちの子どもを見てるでしょ。全然言葉もしゃべれないわけだけれども、車が好きなわけ。エプロンか何かに車の絵が何台か描いてあって、走ってるとこと止まってて、人間、大人が見てもやっと認識できるぐらいの、車だって分かる程度のが小さく 2〜3 台描いてあるのを見ても、「これ」っていうのは、「ブーブ」って。1 歳ぐらい。

平賀：車しか知らんからっていうこともある。

中川：猫くらいは認識できるよ（一同：笑）。だからそういう状態でできるっていうことは、その状態で相当進んでるのか、一般的にあるのかどっちか分かんないけども、どっちかそのプロパガンス（？）が一般的に持ってないということを断言できないのではないかという気が少ししてるんですけど。

斉藤：そのアルゴリズムが一般的だということ？どのシンボルに。

寺野：アルゴリズム。

中川：抽象的に。

寺野：メタフレームか何かでできてるんだよね。

中川：そうですね。

寺野：それでそれもできちゃう。だから車のフレームっていうのがあっという間にできちゃって。

平賀：そうすると少し車のフレームっていうのと猫のフレームっていうのは相当似たような格好をしてるってことですか？

寺野：似たような格好をしてます。そのメタフレームが柔軟で。

○○：その辺は遺伝的に組み込まれてるのかもしれない。

松原：遺伝的にメタフレームからフレームを生成する機構がある。

○○：というような話、どっかで聞いたような気がしないでもない。

松原：どっかであります。

斉藤：なになに？一般的な「もの」というメタフレームなわけ？

寺野：「もの」か何か。

斉藤：私はそれは全然逆で、ここで言ってるシンボライザーみたいなものが、ほとんどあらゆるものに対してシンボリック・カテゴリーっていうのが出てきたよね、Fodor に。犬だったら「プードル－犬－ほ乳類」ってやったときの犬のレベルの概念みたいなものに関しては、全部個々にあるんだと思うわけ。それはだから後で議論したいんですけど。そんな感じで、大体問題設定を終わりにして、というか。

平賀：プードルと犬が同じ犬か何か（　）。

斉藤：もちろん。だからそれはいい。それで状況設定終わりで、まとめると、AI は今まで何をしてきたのか。プログラムを書いててもらちが明かないと。じゃあ、どうしようかっていうんで、シンボルというのを両方とも使ってるけど、それが基本的に何かそれの意味が違うんではないかと。学習なんかを見ても、そのシンボルを認識するところ、シンボライザーに当たるようなものが非常に大切なような気が

するというわけです。

それで 2 枚目の議論の種っていうところに行きます。そうするとあとはもう大体議論へ突入しちゃっていいんですが、ただ言っても議論してもらえないので、種をいくつかばらまいてあったわけですが、だからここも非常に支離滅裂なんですけど。

まず 1 番目にシンボルの魔力というのがあって、つまりシンボルっていうのは非常に強力なわけです。シンボルで表現すると非常によく分かる。ところがよく分かるんだけど、当然ですが、シンボルというのは何かを捨ててるわけです。それで、一番単純なシンボルは、というかシンボルの力をフルに活用してるのは数学で、数学の中で一番単純な数を記述すると。例えば 43 という数を 4 と 3 を並べて書くという。だから 43 という数をシンボリックに表現したわけですけども、これは非常にみんなあんまり気付いてないんだけど、ものすごい発明なわけです。

中川：それはすごいことだよね。昔から気付いてました、俺は。

一同：（笑）

中川：いや、ものすごい多次元空間なわけ。1 から 10 までの次元がどんどん増えちゃうわけです。桁数を設けたことによって。猛烈に広い空間を表せることができるようになったんで、感心したことは一応気が付いた。

斉藤：すごいんです。それから 0 なんかを使うのも非常にすごいんですが。そういうときに、例えば 43 っていうのは、4 と 3 を並べて、今言ったように結局、実は意味としては「4 掛ける 10 プラス 3」の意味なわけです。だからそういうのが背後に埋め込まれてるわけ。シンボルで表現したら必ずそれの意味を表すようなものが何か埋め込まれてるわけ。その埋め込み方が千差万別で、全く同じように a と b を並べて「ab」と書いたときには、これは代数の約束で、「a 掛ける 10 プラス b」じゃないわけ。「a 掛ける b」なわけね。全く違う意味を埋め込んどいて、シンタクティックには全く同じ顔をしてるわけ。

分数だとまた違ってて、これ（7 1/3）は「7 掛ける 10 足す 3 分の 1」じゃなくて、「7 足す 3 分の 1」なんです。足し算掛け算とか、10 掛けてまた足すとか、もうめちゃくちゃ違うものを全部同じシンタックスに埋め込んでるから、それで人間が平気で分かってるのは、下にあるものを知ってるから。どういう意味があるかというのを知ってるからなの。このレベルでも、こういう非常に単純なレベルでも。それを身に着けてないと分からないわけ。子どもはこれつまづくわけ、必ず。こういう記号に。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

寺野：よく分かるそれ。

斉藤：うそ。

寺野：だからそのインタープリテーションが前提としてあるから、よくわ

かってるんですけど、そっから先考えて駄目ならシンボルになってると思うんです。下の考える過程を無視して、上のところに。

斉藤：だから本当は下が非常に複雑なわけ。それを無視していられるというのは非常に便利なんじゃない。

寺野：それ便利だけれども、だから。

斉藤：分かったと。

寺野：分かったつもりというか。

寺野：分かる前のシンボルは全然意味がない。

斉藤：なるほど。

平賀：別にシンボルじゃなきゃ分かんないということもない。

斉藤：例えば。

平賀：例の徒弟制度で身につけるとか、シンボリックに分かってないと言って、伝えられないわけではない。

斉藤：だから分かるという表現に関しては違う。しかし非常に強力なわけ。シンボルで表現するというのは。物理では微分方程式で物事を表すわけ。そこ（2/2）は全然微分方程式になってない。

一同：（笑）

斉藤：イグザンプルが悪かったですが、要するに方程式で表すと。そのときももうほとんどあらゆるものを捨ててるわけ。だから例えば万有引力にすると、これは遠隔力で瞬時にして働くというのは非常におかしいと、普通の人は思うわけ。普通の人っていうか、何て言うか、ナイーブに考えれば。だけどそれをびしゃっとそう書いてしまってそれで成り立ってるわけで、実はだから本当は違うわけ。光の速度で伝わるというような。

平賀：それまだ分かってない？

斉藤：フォーマライズをしてるわけ。

平賀：だけどそれはまだ確定していない。

斉藤：確定してないから分かんない。そういう何て言うか、全然分かんないことが背後にあるにもかかわらず、ぱっと書くとこのレベルで分かったような気になって、高校の物理などでも出てきて、数字を入れて解ける。

平賀：分かったって言っても。

嶋田：それは分かったって言うのかな。

斉藤：言わないよね。だから。

中川：単に問題が解けて大学に受かったって言うだけ。

斉藤：だから必ず下にすごいものがあるわけ、シンボルっていうのは。

中川：問題作った人の意図が分かったんで、分かったんです、やっぱり。問題っていうか、意図が分かればいいんでしょう。内容が分かったら。

平賀：まず近似的な意味でも十分であるというようなことが1つと、それから、あ、何を言おうとしてたのかな、あ、そうかそうか、こうやって一般化して方程式にしちゃうと、物理的体系の中でじゃなくて、数学的体系の中での意味というのが出てきちゃうんで、特にこういう逆2乗とか。

斉藤：式の変形が出てきたり。

平賀：逆 2 乗っていうのはあれは力の何だっけ、あれ非常に都合がいいんでしょう。意味があるんでしょう、

逆２乗で働くっていうのは。

平賀：r 分の１じゃなくて。だってほとんど数学的な意味が何かあるでしょう。

斉藤：数学的な意味って？だからほとんど、クーロン力だって、全部そうで、だから２次元的に何て言うか、作用範囲がこう行くと、表面積、距離が３倍になると２乗で。

平賀：作用範囲がこうなって。何かエネルギー保存か何かのフル活用がいるのかな。逆２乗力とその逆の線形力です、ばねの弾性力。あれはエネルギー保存の点から何か都合がいいのか何かでそういう数学的な根拠みたいのが出てきちゃって、そういった意味で、他の方向からの今度は副作用っていう。

斉藤：いろいろ支えられてるんです。とか、化学反応を書くとか、それももうめちゃくちゃなシンボライズですよね。化学反応っていうのは、要するにぱっと混ぜたら、そこでもうものすごい非常に複雑なプロセスが起こってるのをこう書くと。

で、そういうふうにシンボルで書くことは非常に便利なんだけど、どんどん下を捨ててるプロセスでもあるということを頭に入れといて、このぜひバクテリオファージの話をしたい。これが今日のメインなんで。つまり何でこの話をするかっていうと、これは脳の活動よりは非常に単純なわけ。でもかなり生物的な反応で、物理的に説明できるはずなものであるけれど、シンボリックに表そうとすると、もうとても私は難しいと思う。それが難しいんだから、脳なんてもっと難しいはずだという風に議論を進めたいんですが、それが資料のどれだっけ、５です。

これはもう、私、非常に感激した話で、ぜひ皆さんも読んでください。こういう本があって、飯野徹雄[23]っていう東大の生物の人かな、が書いた本で『分子構築の遺伝学』[24]っていうんですが、こん中に、つまりどうやって形ができてくるかっていうか、遺伝子がどういうふうに何をコントロールして、例えばバクテリア、この面白いでしょう。

この火星人みたいな。このバクテリオファージ T4 っていうんですが、この T4 がどうやってできてくるかっていうのが、まだ全部は分かってないんですけど、かなり分かってるわけ。

それでその本の 7 章か何かにこの話が出てくるんですけど、それを紹介します。これは非常に驚くべきプロセスなんです。そういうプロセスを計算機屋としては、計算機でシンボリックに書いて、例えばシミュレートできるかというふうに自問してみると、とてもできないような気がする。

平賀：それは物理法則を気にしなきゃならないからですか。

[23] 飯野徹雄。日本の遺伝学者。フクロウの研究でも知られる。

[24] 飯野徹雄, 1980,『分子構築の遺伝学』, 培風館.

斉藤：いや、物理法則でなくて、あるいはもっと抽象化してもいいわけ。そのプロセスの何て言うのか、本質的な部分だけをメタなレベルで抽出して、さあこうなってるんだろうと。あるいはいろいろこれ突然変異体なんか出てくるんだけど、そういうバリエーションみたいなのをそういう抽象的なレベルで書いといてちょっとパラメーター変えると、その現実をきれいにモデル化してるようなモデルが書ける かというわけ。とても書けないような気がするわけ。

中川：本質はみてみないと分からない。

斉藤：そうそうそう、だからそれをちょっと見てください。それでですね、これどうなってるかっていうと、バクテリオファージっていうのは、バクテリアにくっ付くバクテリアなんです。というか、だからバクテリアに寄生する寄生虫で、普通大腸菌なんていうのが大きいわけですけど、大体絵で描くとどういう絵になるかって言うと、大腸菌っていうのは、こういう草履みたいな格好してて、こういうところにぴしっと付くわけです、これが、この T4 が。

　そうするとこれがここに穴を開けまして、中に DNA の遺伝子を放出する。そうするとこの大腸菌も自分で遺伝子を持ってて生きてるわけですけど、そういうメカニズムを全部これが利用して、自分がどんどん増える。何百個とこん中にできて、もう大腸菌は死んじゃうんですけど、かわいそうに。それでこの T4 が 300 個とか何百個とかバーッと増えるという、そういう生き方をしてる生物なんです。

○○：死んじゃうんじゃなくて、大腸菌の DNA を潰しちゃうんでこいつが。

斉藤：いや、そうではない。T4 は自分の遺伝子でほとんどのことはしてて、最初のきっかけのところとかっていうのは、それとあと DNA が働くためにはリボゾームとか、いろんな器官が必要なんだけど、それは全部大腸菌のそれを使うわけ。だけど自分を作るために必要なタンパク質とか何かは。

○○：ここに入れちゃうんだ。

斉藤：自分の情報は全部自分の DNA で持ってて、こいつの DNA はほとんど使わない。

○○：（　）最後（　）。

○○：T4 自身がいても、分裂はしないわけ？

斉藤：分裂？

○○：分裂っていうかそうじゃなくて、大腸菌が T4 の 1 個を入れられると、大腸菌ではなくなって、T4 を増やすほうとなる。

斉藤：そうじゃない。それは何、大腸菌は自分でまたこういう状態をまた自分で増殖したりするかということ？そんなことは全然ない。もう全部食い尽くして、こん中の物質使って、自分がどんどん増えて

○○：そん中の T4 が増えるんだ。

斉藤：そうそう、もう全部使い果たして、これは割れて。

○○：T4 がいっぱいできるんだ。
斉藤：この皮を溶かす要素も自分で作り出して、それで溶かして飛び出ちゃう。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
○○：T4 が増えるわけ。
斉藤：というやつなんで、怖いやつなんだけど、でもこれがかわいくて。
一同：（笑）
○○：これ生命か物質かという議論？
斉藤：だって物質だ。明らかに物質で。
○○：だけど増える。
○○：自分だけじゃ絶対増えられない。
○○：増えないんだけど、でも増える目的もった存在で増えるんだ。
斉藤：そういう議論はもうほとんどしなくていいわけ。人間も生物、物質なんだから、生物か無生物かなどという議論はしなくてよくて、非常に面白いメカニズムを持った物質なわけ。それでまず最初の図 7.1 っていうのに大体の形が描いてありまして、大きさが書いてあります。65 ナノメートル。その頭のところは正 20 面体をしてるそうです。それで頭の部分と何て言うか、尾管って呼ばれる部分とほぼ同じ長さで、尾管の先に尾毛という足が 6 本付いてるわけです。それでその横に描いてあるのは各々の部分を構成してるタンパク質の名前なんです。みんな名前が付いてて、だけどその構造が分かってないものもかなりあるらしいです、まだ。構造っていうのは、シーケンシャルにどういうアミノ酸がどういう部分でつながってるかということ、それがまだ分かってないのもあるそうです。
　それでだって大変なんだ、これ。これ1匹ずつ取ってきて、その部分抽出して、それで分析するわけだから、そんな簡単に。
平賀：遺伝の情報は全部分かってるんでしょう？
斉藤：これ？これだって完璧に全部分かってるんじゃないと思う。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
○○：（　）の頭が（　）。
斉藤：大変なんです。
○○：色は？
斉藤：何色をしているか？
○○：体の色。
斉藤：ほとんど超越してると思われる。それで頭の中に DNA がそういうふうに、ぐちゃぐちゃぐちゃっと詰まってるんですが、その DNA は大きく見ると左の図のようになってて、環状をしてるわけです。それでその長さは 50 ミクロンあるそうです。だから自分の体の大体 500 倍の長さのものがその頭の部分にぐしゃっと糸くずのように詰め込まれてるわけです。
　それで大体さっき話したようになるんですが、図7-3のところに絵がありますから、それでいきますと、大腸菌の表面の細胞質、細胞膜のところへまずぺたんと付くわけです。そうするとその左の図では、下に三角のものが出てるでしょう。それが細胞膜のところへ付くと同時に構造が変化して、タンパク質っていうのはさっき言った

みたいにもう非常に長くてぐにゃぐにゃぐにゃっとなってるもので、非常に可塑性（かそせい）に富んでるわけですね。周りに別の物質があったりすると、形を変えたり、もう自由自在にやるわけです。だからここでぺたっと付くと平になって吸着すると同時に足で、何て言うのか、ちゃんと押さえるらしいです。きちんと。

平賀：まっすぐくっ付くの？

斉藤：足がちゃんとくっ付くわけ、曲がってるのが。そうすると、どうなるかって言うと。

平賀：月着陸船みたいなの。

斉藤：そうそう月着陸船なの。それでこの尾管の周りに尾鞘（びしょう）って呼ばれてるさやがあるんですけど、それはらせん状にタンパク質が並んだもので、それがばねのごとく縮むんです。ぎゅっと縮むわけ。そうすると、当然この中の管はそのままを保ってますんで、ぶしゅっと穴が開くわけです。大腸菌の細胞膜に。中に穴が通ると、そうすると成功なんです、これ。そうすると。

○○：気持ち悪い。

一同：（笑）

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：そうするとその中の DNA が飛び出て、さっき言った反応が始まるわけです。始まるとその図7-4のところに書いてあるように、最初初期タンパク質を合成し出します。初期タンパク質っていうのは何をするかっていうと、宿主っていうんだけど、大腸菌の宿主の DNA があるとそれは何て言うのか、スターターみたいのが必要になるわけです、その物質を作り出すときに。そのスターターっていうのは、大腸菌のスターターとこいつが使える、この DNA が使えるスターターっていうのちょっと構造が違ってて、そういうふうに少し構造変化するそうです。全部読んだ話だから、本当かどうか知らない。本当だと思ってるんだけど…

＜音声途切れる　01：03：01－01：03：16＞（注：カセットテープがオートリバースで裏側録音する状態になるまでの 15 秒間）＞

…作られて、大腸菌自身の生命活動みたいなのが、ほぼストップさせられるわけです。そうすると、DNA 自身が自分で増え出す。それは DNA の二重らせんが解けてきて、2 つ作ってっていうのをどんどんやるわけ。DNA が DNA だけでどんどん増えるわけ。中に DNA をいっぱいためるわけ。

それと同時に少したつと、全体で 30 分ぐらいなんですけど、7 分ぐらいのとこから、今度後期タンパク質合成っていうのが始まります。後期タンパク質って呼んでるのは、この自分の体。この頭の周りの核のところとか、足とか、さやとか、そういうのの元になるタンパク質が合成されるわけ。

その情報はこの DNA の上に載ってて、文字で書いてあるのは、L は溶菌か。H はヘッドで頭部です。

それから T は尾部、テールのところに使うタンパク質。もう本当にタンパク質なわけ。それの情報がきれいにこういうふうに染色体上に載ってるわけです。

ここで 1 つ注意してほしいのは、大体右側のほうに、T とか、体の後期タンパク質の部分が大体集中してて、左側のほうに D とか、D っていうのはDNAなんですけど、それから C、調節用の何かとか、そういうものが集中してて、大体左側が先に動き出すわけです。そうするとその後で右側のほうが動き出すようになってっていうふうになってるらしいです。

それで実際その頭は図 7-6 に描いてあるように、20 面体をしてて、各々の面に P23 っていう大きい丸で描いてあるタンパク質が大体1,000 個載ってると。

要するにきれいにこういうふうに並ぶんですけど、これはどうして並ぶかというわけです。

それで、これが大体次のページなんですけども、どうしてなのかより前に大体全体のできる過程はどうなってるかというと、パラレル・アセンブリーと称して、部品からまず組み立てるわけです。そうすると、できてきた成分タンパク質からまず頭ができるわけです。頭のでき方はそこの下に少し詳しく書いてありますけど、本の中には全部さやのところのでき方とか、足のでき方とか全部書いてあるんだけど、時間があんまりないから、省略して、頭とさやの部分と、それから足とが別々にできるらしいんです。っていうか、同時にパラにできる。

できてそれが同時に存在してて、またなんか他の物質とか同時にあると、そうするとそれがそれにくっ付いて、一応形をなして、最後に足がなぜか知らないんだけど、頭とさやの付け根の辺りに付く。首に付くとまたその構造が変化するわけです。

タンパク質っていうのは、同じタンパク質でももう非常に形とか、どんどんどんどん変わるわけ。少し変形したら、今度下までどう降りていくのかはまだ分かってないらしいんですが、降りてきてきちっと一番下にくっ付くと。くっ付けるような形に変化して、首のところで、足としてくっ付いて、はい出来上がりっていうか。最後にこん中にDNAが取り込まれるわけですけど、取り込まれるのが不思議なわけで、500倍の長さがあるのがするするするっと中へ入っていっちゃうんですから、何ともどうしようもないんだけど、そういうふうにしてできるらしいです。

それで頭ができる部分だけをもうちょっと詳しく見ると、非常にまたこれが面白くて、全く工事現場なんだけどどうするかっていうと、まず首のえーっと右の絵のほうで図 7－12 で見ていきますけど、芯構造の構築とかいうのがあって、P22 って呼ばれるタンパク質がそ

こら辺ぐわっと集まってくるわけです。そうすると膜に首ができるわけです。

だからなぜ何がきっかけになって、そこにそうなるか分かんないんだけど、つまりこれは現象を顕微鏡で見て追っかけてるだけだから、どういう物質がきっかけで何がどうなってるっていうのは何も分かってない。

○○：これ右側が中ですね、これは。

斉藤：あ、そうです。右側が中で左側が外です。中側で、なぜか膜に首がくっ付くわけ。そうすると。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：そうするとその首のところを元に、頭の核の物質がだんだんできてくるわけ。袋みたいになって、なぜそこでちゃんと袋になるかも分かんない、これ。つまりその物質の固有の性質か何かでいくつか積み上がってくると、なぜかそうなるわけです。

それで閉じるわけ、いったん。閉じるときに大体そこに、中に何て言うのか、足場というのが最初できてるんです。それを元に大体こうやって閉じて、その足場ができた周りにまたもう1つ、本来最終的に頭になる物質が巻き付くわけ。それでだからスカフォールディングと称してるんだけど、足場を作っておいて、その周りに出来上がる。

出来上がると、表面から離れるわけです。離れて、出てくると、そこら辺にいっぱいこういうふうにしてできた頭とか足とかみんないっぱいあるわけですけど、離れて出てくると、そこら辺にDNAがあったんで、それが勝手に入り込んできて、中にさっきあった足場にした物質みたいのを押し出して、DNA が全部中に入り込むらしいです。その後で足っていうか、さやがくっ付いてってことになる。

そのときに、単に構成してるタンパク質はそのまんまではなくて、そこに書いてあるように分子量が変化してる。5万6,000ぐらいの分子量があったのが、4万6,500になったりっていう。

それはどういうふうにして行われてるかっていうと、切断で行われてるらしいと。切断っていうのは、さっき言ったように、1次元の長い糸みたいなわけですから、あるところでちょん切られるわけです。ちょん切られることによって、当然立体的な構造をしてるんだけど、それがちょん切られてうまくくっ付くっていうか。まるでやっぱりセメントで固めといて固まるみたいな感じでうまく付くらしいんです。そういうふうにして出来上がってくると。

DNAが中に入るときにはそこに書いてあるようなタンパク質とか、スペルミジンとか、ATP とか2価のマグネシウムとか、いろいろなものがある濃度で存在するとうまく入り込むと。それがちょっと狂うと駄目になる。そういうふうになってるらしいです。

それから尾管っていうさっきの管（くだ）です。管もできるわけだけど、管は大体中の管が最初にできて、その長さに合わせて、周りのさっきのバネみたいな部分ができるらしい。

でもそうするとその中の管はどこで長さが決まってるのかっていうと、必ず 144 個なんだそうです。P19 っていうタンパク質が 144 個並んでできてる。必ずみんな 144 個だと。144 個っていうのはどうやって決まってるのかっていうのはあんまりよく分かってないらしいんですが、1 つの説は分子歪みの集積というのがあって、つまり 1 つ 1 つがもう非常に高分子なわけです。それが積み上がってくると少しずつ歪みがたまってきて、144 個ぐらいでその歪みが極致に達してそれ以上付けようと思っても付かなくなるらしい。全く分かんないけど。

だからこういうようなプロセスを経て、しかも 30 分です。30 分の間にこれだけのことをやって、1 つの元の T4 が 300 個ぐらいの T4 になっちゃうわけ。同時にあん中でいっぱい全く勝手にパラレルに作ってきて、お互いが押し合いへし合いしてるから混ぜ合わさるんだろうけど、混ぜ合わさってパッと出来上がってしまうというようなことをやっております。

私はこれを読んだときに、これはとてもかなわんと思った。つまり生物っていうのは、こういう小さいレベルですらこれだけのことをやってるわけ。人間の脳っていうのは、もちろん細胞の数だと 10 億個とか何だとかっていうんだけど、その 10 億個の 1 つ 1 つが細胞だから、これよりももっと複雑なことを細胞の中でやってるわけ、明らかに。

インパルスが伝わるところでも、非常に物質がたくさん出て、レセプターみたいのがあってっていうことをやってるわけです。それでそれをシンボリックに表せますかというのが、大体今日の話の筋なんですが、皆さんはどう思いますか。私の結論は、言わないことにしとこう。

平賀：何で？

斉藤：結論、出てないんです。

寺野：これ、本当に難しいのかね。難しいのではないんじゃないかね。

斉藤：何が？

寺野：だからこういうようなことをやって。

斉藤：すごいことが難しくない。もちろん難しくなくて、だって全部物理法則に則って、自然にそういう物質がそういう濃度で存在すればわあっと反応が進むわけだから。化学変化と同じで全く何て言うか、神の力が働いてるわけではなくて、全くオートノマスにわっといくわけだ。だから別に不思議でも何でもないけど。

寺野：それが理解できないというのも分かんない話。

斉藤：われわれ、理解できてるわけ、こ

ういうレベルはある程度。

平賀：その理解できてるんだろうか？

斉藤：だからそのレベルは非常に浅いでしょう。それをつまり計算機でシミュレートできるぐらいにシンボリックにきちんと書けるかって言ってるわけ。

寺野：例えばさー、これよりもうちょっと簡単だけども、フラクタルっていうのはかなり気持ち悪い形してる、ちょうど生き物みたいに。

斉藤：線が？

寺野：線にしても、コンピューターグラフィックスで絵を描いてる、あれなんか本当に生き物みたい。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

寺野：すごく下等生物の格好をしてるようなもの、あれ自体はプログラムでちゃんと描いていて、そういう意味でちゃんと書けてる、別に AI という意味じゃないけども。だからもう計算機でできないってことはない。

斉藤：いや、だけど僕が言いたいのは、今の T4 の動きを見てると、これは非常に複雑なプロセスで、かつ関与してる物質みたいなものが膨大で、その物質自身の構造も非常に複雑なわけ、タンパク質だから。かつそれが自分でぐにゃぐにゃ変わりながら、他のものがいっぱい来たらまた変わりながら。だからそこで行われてるインタラクションは非常に複雑なインタラクションがたくさんのエージェントの間で行われてるわけ、明らかに。

それをその細かいレベルで書く必要はないと言う人もいるけれど、この T4 をシミュレートするという問題をここに置いたとすると、人間をシミュレートするっていうのをここに置いたとするでしょう。したら T4 をその細かいレベルでシミュレートすることは、人間の脳をシミュレートするときに言ったら、全然低いレベルからやってんじゃなくて、非常にハイレベルでシミュレートすることとほぼ対応してるぐらいだと思うんだ。難しさのコンプレキシティーの対応で考えれば。

そしたらそんな複雑なことをシンボリックに書いて、さっき言ったようにシンボルには人間の場合にはだから非常にシンボルっていうのは、下に氷山みたいにいろんなものを含んで、で意味っていうのを担ってるわけだけど、そうでない計算機で、つまり全く何て言うの、透明なシンボルなわけ、計算機って。透明っていうか、無意味なシンボルだ。それでそういうシミュレーションが本当にできますかって。

平賀：やっぱり僕は問題が悪いような気がする。

斉藤：問題が悪い？

平賀：いわゆる人工知能はこういったことをやろうとしてるのではない。

斉藤：なるほど。じゃ、何をしようと。

平賀：もう少し本当にきっちりとシンボルを（　）。

斉藤：じゃ（　）。

平賀：まずは問題は、シンボル化の段階からして何だか訳分かんない。

斉藤：いい。いい？そしたら人間のやってる活動の中で、シンボルに乗るものは何か？つまりさっき言った意味で計算機のシンボルと、人間のシンボルは違うというのは認める？ある程度。

平賀：はい。

斉藤：そしたら人間のようなシンボルを使わなくても、つまり計算機のシンボルでできるようなものは何か？数値積分はできると思う、私も。それ以外に何がある？

例えば、ナレッジエンジニアリングで、今、一生懸命お医者さんの診断のルールを作ってるわけ。だけどそこで使ってる知識は言葉になる知識だけ。言葉で表現できる知識だけ。患者の顔色見たり、触ったらちょっとむくれてたとか。

一同：（笑）

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：そこら辺がすごい意識的なところと無意識的なレベル。

斉藤：そういう情報が全く使えてないわけ。

嶋田：だから例えば顔色が悪いっていうのは、もうすでにそれは診断だって話。そこはだから書けない。

斉藤：書けない。

嶋田：触ってむくれてるっていうのもかけない。

斉藤：書けないでしょう。でも書けないのか？

寺野：それセンサーが悪いだけじゃない。

嶋田：という話もある。

松原：だからセンサーが悪いとか、センサーのプログラムが書けないと言い直してもいいけど。

寺野：もしくは高い。

斉藤：高い？

○○：できるのかもしれない。

松原：できるのかもしれないけど、高くつくっていうふうに。

寺野：プログラムじゃない（　）とかを（　）。

平賀：ちょっと今、ちょっと飛躍するんですが、むしろ人工知能というか、人工知能というよりは認知科学だからそれはやっぱりシンボリックに表してみて、それで残ってる残差みたいなのがどういうところにあるかを明らかにすることにも本質的な意味があると思うんで、できないということの重要性はそれはしかしちょっと。

○○：ほとんどがそう。

平賀：というか、それやると話がたくさんずれる。

斉藤：いや、もう発散してるからいいんだけど、そうだとすると、今までAI がやってきて、何が残差として残りましたかっていうわけ。もしAI の活動がそういう活動であったとしたら。

○○：（　）。

一同：（笑）

＜発言が重なり聞き取り不能＞

○○：AI が（　）。

斉藤：いいけど、要するに AI でシンボライズできなかったものが明らかになると。

平賀：AI でシンボライズできたら AI じ

ゃなくなる。

嶋田：だからAIっていうのは、いつまでたっても残差であり続ける。

斉藤：だからその残差が明らかになるって言ったけど、それは最初とほとんど同じじゃないですか。

○○：いやだけど数式処理なんていうのは。

斉藤：アタックしようとした。

○○：一応かなり。

斉藤：数式処理は必ず出てくる、できるではないかと。かつ何て言うの、外とのインタラクションなくても、シンボリックに表現できて。それはそうなんだけど、他にっていうと、2つ目が出てこないんだ。

松原：それって何ですか？人工知能でなくなったのは。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

橋田：ナレッジエンジニアリングみたいなもんだから。

松原：昔 2 次元のパターン認識もあれは人工知能。

斉藤：2次元のパターン認識。

松原：パターンマッチ、あれも人工知能だけど、今はほとんど機械的にやってるでしょう。人工知能とは誰も言わない。

○○：（　）つまり（　）言ってた（　）。

斉藤：だからそれはできたことなわけ、大体。

平賀：できてるかどうか分かんない。

斉藤：できてるかどうか分かんないっていうこともある。

松原：大体人工知能って、できたら人工知能って言わないから、人工知能の成果にはならないんです。

斉藤：それはそうだけど、まだ私、終わってないんだ。それが議論の種の1番で、つまりシンボリックに表現するっていうのは、非常にくせ者で、それがどれぐらいパワーがあるかとか、本当にそれで何が表現できるかっていうことを真剣に考えるべきであると思うわけ、それが1番。

　それからそういったときに 2 番として、脳は有限オートマトンなんだから、必ず計算機でできると。できるではないかと。必ずできるんだっていう人がいるんだけど。

平賀：どういう意味ですか。よく分かんない。

橋田：書いてあるとおり（　）。

斉藤：人間の脳っていうのは。

平賀：有限オートマトン。どのレベルで？

斉藤：人間の脳っていうのは、神経細胞がいくつかあるわけ。有限個あるわけ。それで神経細胞の取れる状態っていうのは、多いかもしれないけども、有限個であると。そうすると有限個の状態を取り得る素子が、有限個の線で結び合わさったもの、それは有限オートマトンというわけね。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

橋田：それでいいと思いますが。

斉藤：何が言いたいか？

橋田：ほとんど何も言っていない。

斉藤：どうして？

橋田：だって、でもそれは自明ではないと思ってる人がいるわけだから。

平賀：例えば自分で神経細胞を作りながら考えていく、それでも無限になるわけではない？

橋田：それは有限オートマトンで自分で増殖する。

斉藤：だから時間的に変化するのは構わないわけ。でも各々の時点で必ず有限オートマトンなわけね。学習すれば当然構造が変わるだろうから、固定した有限オートマトンじゃないだろうけど、それはいつの時点で取っても有限オートマトンで死ぬまで。

橋田：変化するにしても、チューリングマシンの域を超えない。

斉藤：当然ね。だからチューリングマシンなんかでは全然ないと言ってるわけ、僕自身は。

○○：（　）。

斉藤：ないない。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：分かった。ごめん。有限オートマトンではできなくて、チューニング・マシンまでいかないとできないようなものではないと言う人がいて、それは賛成する人と反対する人がいるんだけど、私はそうだと思う。脳が有限オートマトンだと思う。そういうふうに時間的に変化するかもしれないけども、でもそれを言っても、言ったことは正しいんだけど、どうやったらいいかとか。

平賀：情報量としては。

斉藤：情報量としてゼロ。原理的可能性と、現実的実現性の間に非常にギャップがあって、どうしようもないという気もする。とか、これは種だから別にいいんだ。でもこの議論は必ず2つに分かれるから面白いんだけど。

寺野：それはだけどそれ自体意味がない。

斉藤：それ自体意味がない？どうして？

平賀：僕もそう思う。

斉藤：どうして？

平賀：だってそっから何か議論が発展するわけじゃ全然ない。

斉藤：そっから発展しない。

平賀：何も出てこない。そこで行き止まりの話なんだもん。

斉藤：例えば人間は機械ではないというような。

松原：一元論、二元論の議論もそっから何も出てこないといえば出てこない。

橋田：そうだから、できるかもしれないと思う立場に立つか、人間はそういうのでないから絶対できない立場に立つかという違いがある。

松原：根拠にはなる。

橋田：後者の立場を取れはもうAIなんかやめたと言って、出家するわけ。

一同：（笑）

平賀：それでもなおかつ（　）。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

松原：堅気の世界に戻る。目先のコンピューターの効率を上げることに走るほうが正しいという。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：それでさっき言ったように、4番に書いてあるように。

平賀：3番。

斉藤：3番は、ちょっと後で言う。4番にあるように、私は何がネックかと。

ギャップの最たる理由は何かというと、シンボライザーにあると思うわけ。シンボライザーは人間の場合は、そこに書いてあるように、例えばおばあさんを見て、おばあさんとぱっと認識したとすると、その下に氷山のごとくすごくたくさんの情報がその下にぶら下がってるわけ。

ところが計算機のプログラムの場合には、ほとんどのシンボルは無意味なんだけど、一応処理系などがあると、その処理系のリザーブド・シンボルなどは、ある程度の意味は持っている。つまりそれは実際に物理的なエージェントの上で動くから。例えばLispで“car”であれば、リストの car を取ってくれるから、全く何て言うのか、無意味ではないんだけど、それはもうごく微々たるものである。

平賀：大抵の機械の中身は、無意味ではない。

斉藤：それで？

平賀：何らかの動きはするんで。

斉藤：だけどそれはだけど全然。

平賀：それとは違う。

斉藤：外の。

平賀：外からのインタープリテーションが意味を持つようなものという（　）。

斉藤：外と IO（アイオー）でつながってたとして、外に対して意味のあるシンボルではないわけ、ほとんど。インターナルにもちろん意味はある。だけどそうじゃなくて、人間のシンボルの場合には、インターナルに意味があるだけじゃなくて、外に、何て言うのか。

平賀：今度は人間が見ると意味が。

斉藤：もちろん人間が見ると。

平賀：計算機の場合は？

斉藤：計算機の場合に。犬なんかは人間よりも少ないけど、かなりあると思われる。そうすると犬と人間の共通項などは取れると思う。だから動物でも人間は理解できるような気がしてるんで、計算機は理解できないと思ってる、人間は。理解できないっていうのは、共感できない。

堀：この絵ってどこまでがシンボル?

斉藤：一番上だけ。

堀：シンボル。シンボルでない何かが人間の頭の中には一杯ある

平賀：その下にあるのはシンボルじゃないの？

堀：その下はシンボルじゃない。

平賀：それはインチキ臭いな。

斉藤：シンボルじゃないっていうか、これをシンボルで表すことがシンボライザーを書くことに相当するわけ。

平賀：えーっ？　シンボライザーっていうのは、おばあさんっていうのを抽出するのがシンボライザーってわけ？

斉藤：そうだよ。だからこの一番下に入力があるわけじゃない。そういう絵。ごめんなさい。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：これはおばあさんにつながってる有限なシンボル。

○○：概念？

斉藤：違う、違う。いろんな入力があると、それを総合しておばあさんと思うわけ。

橋田：おばあさんを見て、できてるものに結び付けるのがシンボライザーではないですよね。

斉藤：おばあさんを見て。

平賀：だからこれはおばあさんが。

橋田：ちょっと。

斉藤：何？

松原：質問の仕方が悪い。今の。

橋田：だから今理解したのは。

白井：シンボルを見たのか、おばあさんという実体を見たのか？

斉藤：シンボルじゃない、実体を見て。

白井：シンボルは見えない。

橋田：おばあさんの実体を見て、今まで作りかけていたおばあさんというシンボルの氷山に結び付いた処理をするようなことがシンボライザー。

斉藤：だからバーバライズして、おばあさんが来たっていう。だから認識するところまで、「おばあさんである」と認識するところまで行くのがシンボライザー。

平賀：今の議論は表面的に聞いてると、むしろ Fodor の逆のような感じがするんですが。

斉藤：どうして。

平賀：シンボライザーは難しいって言ってんでしょう。

斉藤：私、そう言った。

平賀：その上のシンボル化されたレベルならば何とかなると。

斉藤：私、そう思う。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：Fodor は逆だ。

斉藤：だけど、インプット・システムがあると。セントラルと別であるというのは非常にいいと思うわけ。

その代わり彼はセントラルっていうのは非常に複雑で、奇妙奇天烈でどうしようもないって言ってるんだけど、そうじゃなくて、シンボライザーが非常に精緻にできてて、人間は。それのお陰で世の中認識できてるわけ。

認識した後、後っていうか、頭の中で考えたり、推論したり、三段論法なんていうのは、大体1段か2段しか人間できないんだから、そこはもう Prolog ですぐできる話なわけ。そんなことは Prolog にやらしとけばいいんだけど、ここ（シンボライザーの部分）は書けないわけ、なぜか難しいわけ。

平賀：シンボルというのはかなり確定した、あ、まあいいや。

堀：おばあさんというシンボルを作るまでゴチャゴチャっとあるこの途中のはシンボルにはしない？

斉藤：だから途中からこうなってるのもあるかもしれないわけ、よく分かんないんだけど。でもとにかくこういうプロセスが計算機には欠けてるし、書こうと思ったときにどう書いたらいいのか、私には分からない。というか、もうここ1カ月ぐらいおばあさんシンボライザーを書こうと思ってんだけど、何をしたらいいのか全然分かんない。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

白井：言語のシンボルはシンボルとして

のものですか？

斉藤：もちろん。だから私は5つぐらいあるかと思うんだけど、さっき言ったベーシックカテゴリーがあるでしょう。それから文字。文字が何千種類あるか知らないけど、それぞれにあるわけ。あとワードにも多分あるわけ。だけどそのワードのレコグナイザーは、おばあさんというワードは、おばあさん、字面で見ておばあさんと思うでしょう。だから現実のおばあさん見たときのレコグライザーと非常につながってるわけ。でもその各々に全部あると。そうしないとっていうか、そうすると、その後もう、ほとんどのことはできるよね。という気がするんだ、私。

平賀：私はこの前ちょうどその話をして、音楽というのは、楽譜レベルというちゃんと立派なシンボライズされたものがあるから、とりあえずはそこを出発点として、話は始めようではないかということをお話ししてきたんですが。だからそういうシンボル化されたものがある対象というのもあるわけでしょう、かなり。一応かなりはっきりと。

斉藤：何、人間が取り扱う対象でということ？　取り扱ってる途端にもうシンボライズして取り扱ってんだ、人間は。ほとんどのもの。

平賀：意識的に取り扱う。

斉藤：意識的。無意識的に、シンボライズされてるっての？　音楽が。

平賀：音楽がシンボライズされてるかっていうか。

斉藤：音楽自身が、人間の中で？　うん、されてるんじゃないかな。

平賀：それはされてると思いますけど。

斉藤：例えばメロディーっていうのがここに来てもいいわけ。

平賀：ただ、言語の場合には、この上に来るシンボルのその区切りみたいなのは、かなりはっきりしてて、単語とか、フレーズとか切れるけども、音楽の場合にはそれは切れない。かなりあやふやになってくるから、そういうシンボル化の対象としては、もうちょっとシンボライズするレベルで問題が出てくるわけですね。

　だから言語を対象にした場合には、言葉というのが切り出せれば、一応そこでシンボル化できたなと思えるけども、音楽の場合にはどっからどこまでを切ればこれが1つの単位として認識できたかということ自体はあんまりはっきりしない。

　1 小節で音楽的な単位とみなせるのか、それとも何小節かまとめてなのかとかそういうようなことからまず始めなきゃならない。何の話だっけ。そういう話をしてたんじゃないんだよね。

斉藤：知らない。もう分かんないけど。でも要するにシンボライザーを書きたいんですが、どう書いたらいいか私には分からないので、お知恵拝借ということです。3番に書いたのは、その道具が不備なんではないかということで、前にちょっと水曜会というのをやってて、ど

こだ、資料の一番最後 6。水曜会というのがあって、そこで自然言語とプログラミング言語とロジックとの関係について討論会というのをやったんですが、そのときに似たようなことを書いてあるんで、ここで言いたいのはその下に書いてあるように、人間がいて、計算機がいて、人間と人間との間の下のほうの絵ですね。人間と人間との間のやり取りはナチュラルランゲージでやってると。そのときには子どもと大人との間でインタラクションがあって、そこ擦り合わせと書きましたけど、子どもが言葉を使うという状況がすぐあって、そこでその場ですぐどんどんリバイズされるわけね、言葉の使用法が。「それは違う。こう言うんだよ」とか、「それはこうじゃなくてああだ」というのは、そこですぐどんどん行くんだけど、計算機を使ってるときには、必ずプログラミング・ランゲージを介して何かやり取りをしてて、それがプログラミングの作業なんだけど、プログラミング・ランゲージっていうのはあまり変わらない。変わるのはインプリメンターに文句を言ったときだけで、それは間接的に必ずインプリメンターを通して言うわけ。

だからこのプロセスは非常にのろくて、だからプログラミング言語が発展するっていうのは、非常にのろい。だから道具としてのプログラミング言語っていうのはなかなかこっちの思うようになってくれない。

平賀：今の話は物理法則が全然変わんないじゃないかと言ってるのと同じような話だっていう気がするんですが。

斉藤：どうして？

平賀：そのプログラミング言語というものを捉えてるレベルが、捉えるレベルが高過ぎる。だからプログラミング言語っていうのはもっと低いレベルのものじゃないかっていう気がする。

斉藤：低いレベルって例えば。

平賀：自然言語なんかに比べて。

斉藤：だから例えばどんな。

平賀：もっと基本的なそういうあのビルディングブロックといったレベルの話で、その上に立っていろいろそういうモジュールとかそういったものができてきた状態で初めて自然言語で対話するような話ができるようになってくるんじゃないかと思う。

斉藤：あ、いいよ。もっと上にして、例えばナレッジエンジニアリング何とかシステムだとしよう。そうすると少し上でしょう。それがどれぐらいで変わるかっていうと、ほとんど変わらないわけ。今と全く同じ。プログラミング言語って言ったけど、ナレッジエンジニアリング用のツール、それは頻繁にどんどん発展するかっていうと発展するか？

平賀：言語が変わるんですか。

斉藤：言語は発展してる。

平賀：自然言語が変わるんですか。

斉藤：ごめん。そうじゃないけど。

平賀：変わるのは言語じゃないの？

斉藤：それはそうだ。だけど、子どもがそれを習得していくときには、子どもが何て言うのか、最初は下手な言語を使ってるわけ。子どもの頭の中の言語。それは大人が使ってる言語と比べると非常に幼稚なもので、だけどそれが使ってる状況でどんどんどんどんよくなって、最終的に大人になるわけ。あっという間に。

平賀：よくなってくかどうかという話については、…

斉藤：よくっていうか、あっという間に同化して、大人とコミュニケートできるようになるわけ。

平賀：この前、Bickerton[25]に出てきた話で、実はよくなってるんじゃなくて、いいものもあるんだけど、それを合わしていくみたいな話があったわけですが。

斉藤：だからいい、悪いじゃなくて、十分にコミュニケートできる道具になるわけ。だけど計算機と人間との間でコミュニケーションに使ってるプログラミング・ランゲージや、あるいはナレッジエンジニアリングの道具というのは、それ自身が、だからコンピューターを子どもとみなすわけ。このアナロジーだと。人間がそれをうまく使いたいんで、コンピューターのほうに利口になってほしいんだけど、なかなかそれはうまくいかない。利口になるっていうのは、ソフトウェアが発展すること以外にはないから。

　ソフトウェアの発展は、こういうふうにインプリメンターのネックで、インプリメンター・ネックになってるから、というようなこともあるかもしれない。だから道具が悪いっていうか、道具がうまくこちらの思うようなものになかなかならないから、それで表現できないという説があるかもしれない。でもそれは1つの例であって、何でやっぱりシンボライズはできないんでしょうというのを議論したいという。

中川：5、6は？　2/2の5、6。

斉藤：5、6。それはでも大体言ったような話ですから。

中川：進化っていうのはちょっと気になる。

斉藤：進化っていうのは、非常に不思議なプロセスですよね。さっきの T4みたいな物質が自然にできてきてしまうわけ。それは非常に複雑で、訳が分かんないプロセスなんだけど、一応自然界の場合にはある方向性があるわけ。必ずそちらに行くっていうか。例えばエネルギー最小とか、そういう、だからすり減るって書いたのは、ものが置いてあると使ってるとどんどんすり減ってくるわけ、自然に。それは自然なわけね。

中川：そういう話じゃなくて…

[25] 言語学者、ハワイ大学名誉教授。クレオール語に関する研究で有名。

斉藤：すり減った結果しっくりいくようになるわけ。ガラスの醤油の瓶なんかあるでしょう。あれの蓋っていうのは、きれいにぴちっとなるよね。あれはどうするかっていうと、擦り合わせるわけでしょう、あっためといてね。そうするとだからこれはインタラクションとのアナロジーで出てたんだけど、インタラクションするときっていうのは、必ず両方が変わるわけ。片方ではなくて。そのときに擦り合わせるような動作によって変わるわけ。それがインタラクションの基本だとすると、そういうのが必ずその方向性を持って、五万と積み重なって、進化が可能になったというように思うわけ。

ところが計算機っていうのは、さっきのあれじゃないけど、インタラクションしないわけ、ほぼ、人間とは。その意味で、全然自分はその場で変わらないし、こっちからいろいろ言ってやっても、それをどんどん取り込むわけではないわけ。だから非常にばかな存在で、それを道具に使って、AI の研究をしてるのは他に手がないからしょうがないけど、歯がゆいですなという話だ。

○○：うん、すり減る。

斉藤：すり減ったり、だから摩擦したりとか。

中川：要するに進化なんていうのは、もうめちゃくちゃいっぱい突然変異ができたものがすり減って残ったものだけが生きてると考えるわけでしょう。おばあさんっていう概念も見てたら、そのすり減るということで考えたんだけど、入力っていうのがいろいろ入ってきて、おばあさんっていうのがいっぱいあるんだけど、1 人のおばあさんを見て、おばあさんっていう概念ができるんじゃなくて、何人かのおばあさんを見て、すり減ってった結果、現在のわれわれの持ってるおばあさんっていう概念なんだけれども、新しい別なおばあさんでまたそのおばあさんっていう概念もすり減って少し変容してくという、常に変化してるんじゃないかって気がするんです。

だから常に学習してるんで、概念っていうのを固定的に捉えるっていうのはなかなか難しいのではないかという気が常々しております。新しいもの 1 つ見て、認識するのと同時に変容してるんではないかと知識が。

斉藤：付け加わってるわけ、何か。

中川：あるいは捨ててるかもしれない。

相田：こんな橋もあったのか、こんな何とかもあったのかっていうのはよくあるでしょう。あれは非常に矛盾を含んだ話なんだけど。だいぶ違うものなのに認識できたんですよね。

中川：その辺がすごく難しくて不思議なところだという気がしているんですが、これに関しては。

堀：そういうもの作ろうと思ってるんだけど。

斉藤：どういうもの？

堀：知識の中にポテンシャルを導入してね、常にポテンシャルが極小に落ち着くようにごちゃごちゃって動いてるんだけど、また矛盾ができるとそのポテンシャルが動いて別の極小のところに。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

松原：それが学習とかで説明できれば。

中川：それが学習なんだ。

中川：それ綺麗、全部できれば。

斉藤：そういう一応ポテンシャルっていうとアナログ量というか、連続量みたいなもの。そういうのを。

平賀：連続量とは限らない。

平賀：例えばシンボリックに何とかの数とか表わせる。むしろそっちのほうが。

斉藤：そっちのほうがクローズド。

平賀：そっちのほうがいい。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：このインプット・システムの話をしたときに、必ずそういうアナログ量を入れなければいけないのかという人がいるわけ。つまりセンソリー・インプットでも何でも、あるいは頭の中のインパルスでも、頻度であるとするとそれはアナログ量だとか時間が。

平賀：シンボリックなレベルでもすでにサートンティファクターとかの所で見てるとありますよね。

斉藤：サートンティーファクターね。

嶋田：だからそのシンボリックなものを横に持ってくるのか、それともパルスとかそういうのを使う。対象自身はアナログとは違う。

平賀：少なくともさっきのファージの話はかなりアナログ的な要素がある。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：あるね。だけど人間の知能の場合に、そういうアナログ的要素が効いてるか、もうそれは下に埋められてもう考えなくてよくて、本当にシンボルにしちゃっていいかっていうのがあるんだよね。そこで分かれるんだよね、できる、できないという議論はし出すと。でもそういう。もうだから私言わないことにしよう。みんな。

松原：議論といっても、時間もない。

堀：このシンボライズっていう言葉に引っかかるんだけど。コンセプチュアライズという言い方の方がぴったりくる。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：シンボルが広過ぎますか？シンボルを。

嶋田：計算機で扱うという意味を含めて。

中川：それは分かりますが。でもコンセプチュアライズできるっていう能力が人間の持ってる能力の非常に基本的な部分なんでしょう。

斉藤：だからコンセプトっていうのはさ、コンセプトがはっきりしてないじゃない。シンボルっていうのはだから計算機の意味でシンボルと呼べるわけ。計算機で扱えるシンボルという。最終的にそれになってると思うわけ。おばあさんと言った途端に。人間の中でも、おばあさんと言ったら。

相田：だからそのおばあさんというのはその一番上に立つということでもって、非常に典型的なところでは

あるけれども、その途中のレベルに多分たくさんシンボルとまで言えないようなコンセプトがたくさんあるわけですよね。で、多分いろいろ細かく話してると、いろんな人で同じような概念持ってるけども、実際に。

斉藤：少し違う。

相田：おばあさんとかいう名前はまだ付いてないようなレベルで、非常に共通した概念をたくさん多分持ってるんですよね。そういうものもごちゃごちゃっていじって、例えばおばあさんをたくさん認識させてそのうち、それらをまとめてどういう概念って自動的に構成するような計算機とかだってあり得るかもしれないです。だから結果的にできたものを、上からぱっと見て、ああいうシンボルがあるっていうシンボルじゃないとか、要するにコンセプト止まりっていうのがたくさんある。

斉藤：言葉になるよりも以前のところが。

相田：そんなものからおばあさんっていうのは、われわれはもう全然途中見えるんで、すっと行くけれども、少なくともおばあさんというシンボル1つシンボライズしていく過程では、中間段階をものすごく何階層も経ているわけ。

斉藤：それ、それね。それが非常に気になるわけ。つまり何階層ぐらいあるのか、私は非常に知りたいわけ。それで非常にラフに見ると、人間の認識の時間っていうのは、0.1 秒ぐらいだっけ？

平賀：そんなにむちゃくちゃ速いわけでなはい。

斉藤：そうするとインパルスの走る速度が 100 メートルとか、秒速早くて 100 メートル、50 メートルとか、それぐらいなわけ。頭のサイズでいくと、何個の細胞を経由するかっていうと、1,000 個ぐらいなんです、大体。非常にラフに計算すると。でも、狭いとこでぐちゃぐちゃっと何かやってたらもっといくかもしれないけど、でも 1,000 個ぐらいなわけ。

　パラレリズムじゃなくて、要するにパラで構わないけど、その深さを測ると、深さっていうか、だからシリアルな部分の長さで最高は 1,000 ぐらいいきそうだと。そうするとやっぱり相当なことしてそうな気がしてくるわけ。それがもし 10 個ぐらいだったら何となくそのレベルを見極めればそこを表現してやればステップ・バイ・ステップでいきそうな気もするけど、1,000 個は…

平賀：1,000 個って（　）動いて（　）。

斉藤：だから実際はやっぱりもっと少ないかもしれない。

○○：100 個だったらたいしたことない？

斉藤：100 個といっても大したことない。

松原：それがもし（　）。

橋田：ブランチング・ファクターより少ない。

斉藤：ブランチング・ファクターは、普通はだって1つの神経細胞に集まるシナプスの数なんていうのは、何

千とか何万とか。
松原：駄目だ。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
中川：ダメでは、どうしようもない。
嶋田：でも顔に反応するタイプの神経細胞とかあるんでしょう？
斉藤：あるという説がある。
嶋田：実験で、人間の場合？
斉藤：だって。
○○：猿で。
○○：猿か。
斉藤：だって要するにそうしたときに反応したっていうわけで、それが本当に顔なのか、何て言うか、それを。
松原：人間では実験できない。
斉藤：認識するのに必ず通る別の細胞なのかも分かんない。認識した後、何かファイアする細胞なのか、何も分かんない。
中川：ただそこを通って。
松原：その細胞が発火してると、いつもこういうの見せるととしか言えない。
斉藤：だから生理学的方法も非常に不毛なんだ、それは。
松原：人間で実験できない。
斉藤：最初に言ったようにプログラミングによる方法も不毛であるとすれば、方法論的に。
平賀：不毛というか、評価ができなくなってしまう。
斉藤：できない。だからやっぱり。
平賀：いや、不毛かどうかは？
斉藤：生理学による手法はもうあまりに遅過ぎて、それは耐えられない。プログラミングによる方法は、結果のチェックができなくて、やっても無意味だ。
平賀：そうかな～？
斉藤：ではないとすれば、こうだからいいんだと言えなくちゃいけない。だけど見てくるとやっぱり例えばシンボライザー書こうとしても、手に負えないわけ。
平賀：シンボライザーっていうのは、AIっていうのは、シンボライザーを作る話というよりは、やはりシンボライザーより上のところをやる話でしょう。
斉藤：わー、私はそうは思わない。
橋田：（　）も出てきます。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
橋田：だって一番難しいところがシンボライザー。
斉藤：それは議論になるわけ。どっちが大きいかとか。
平賀：どっちが大きい？
斉藤：さっきも言ったように、シンボライザーが大きいと思うわけ。これぐらいで、その上はこのぐらいの小ささ。
中川：そんな気するね確かに。
松原：僕もそれは同感。
平賀：ナレッジエンジニアリングというのは、それこそ本当にシンボル。
斉藤：ここでできることだけをやってるわけ。それは非常に少ないので、作っても売れないわけ。ナレッジエンジニアリング、一生懸命売ってるけど、売れないんだもん。
平賀：売れないのはいいけど、ただ少ないっていうのは？
松原：だからほとんどの部分はこっちで

やってる部分という。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：だから本当に実際の問題にアプライしようとすると、全然アプライできないのは、ここをみんな人間は使ってやってるから。

相田：エキスパートの知識を一生懸命ピックアップしてっていうのは、ことばで？

中川：人間が今の脳の重さを獲得してから概念を獲得する能力を得るまでにかかった時間に比べて、言語を習得してコミュニケーションをできるようになってからの時間のほうがはるかに短いわけだから、それとの対比で考えて、その点は正しいと思う。

斉藤：なるほど。なるほど。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

橋田：正しい、非常に難しいと思うんですが。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：そうだね、それは言えてるよね。明らかにそうだ。進化っていうのをちゃんと時間のスケールを押さえとかないと、恐ろしい。

中川：やっぱり難しいことをやると時間かかるんだと思えば。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：それ非常に素直な考えでしょう、だから。

○○：それより前は猿だったんでしょう、猿、文字っていうのは。

中川：あ、書けるようになってからね。文字とか。

斉藤：文字。

中川：文字を。

嶋田：ファイゲンバウムもそんなことを言ってる。

嶋田：手の動きとか、体の動きっていうのは何百万年も進化してきてる。それに比べて医学なんていうのは、まだ数百年しかないから、だから書けるんだって。

斉藤：だから書けるね。さすがそういう言い方もできるね。

松原：だから R1（？）なんていうのは計算機向き？

＜発言が重なり聞き取り不能＞

嶋田：あと気になるのは、機械が 10 年か 20 年かかって学習したって話、あんまり聞かないでしょう。これはサイモン[26]が何かに書いてあることなんだけど。やればもう一触即発っていうか要するにすぐできちゃう。

○○：それは。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

中川：だって AM なんてメチャクチャ動かして出しちゃうけど。

平賀：僕はあれは十分大したものだと思う。

中川：あれしかできなかったというか、でも新しいものは見付けていないでしょう、少なくとも。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：しかしそれは対象が対象だったから。

中川：もしだからあれが新しいものをめっけるようになったらば問題は非

[26] Herbert Alexander Simon. アメリカの政治学者、認知心理学者。人工知能研究の先駆者の一人として知られる。

常に面白いんですが。

平賀：しかし逆に子どもがああいう状況で放り出されて、新しいもの見付けるかっていったら、それは難しい。

松原：われわれだって同じじゃない。

斉藤：だから私が思うのは、そのシンボライザーのところ重要だから、その上だけで下を全部切って、AMでもいいし、それから何かノレッジエンジニアリングって言うか、本当に肝心かなめのところが抜けてるから、大したことはできないんですよ。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

中川：大したことがなんだかしれないけれど。

斉藤：もちろんだから、もしかしたら売りものになるのが出るかもしれないしさ、デンドラルみたいにかなり人間よりはうまくいくっていうものもあるかもしれないけど、それは全然機能の本質とか、何かには全然アタックしてなくて、その方向には進歩してない。

平賀：で、かえって、上のちょっとの部分から下のほうへ制御上のフィードバック情報があるかと。

斉藤：あるかどうか？知らない。

松原：合宿の蒸し返しじゃない？

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：私はかなりの部分はないと思う。かなりのところまで。

松原：僕もないと思う。

斉藤：オートノマスにいってる。それはだって動物の場合には。

松原：先の見通しのほうが、やはり逆で。

斉藤：かなり複雑な状況を認識するわけ。敵とか。

平賀：例えば？

斉藤：天敵が来たみたいなのをどういうふうに見てもぱっと分かるでしょう。それだけでものすごいことなんだよね。その後、別に何もしないで、すぐ逃げるっていう行動に結び付いてるわけ、動物の場合。人間はちょっとひねくれてるんで、言語っていうものがそこにできてきちゃって、そこで結び付いて、言語でいろいろ悩んだりしてるけど、それはもうごくわずかで。

平賀：さっきの例えばこれを文字として見るか、図形として見るかなんていう話は、別々のシンボライザーがあるということになるわけ？一番下の例えば線の認識ぐらいのとこが共通で。

斉藤：共通にしてるかもしれない。

平賀：そっから。それはもうものとしてももう別のもの。

斉藤：例えば脳の中で別の部位であるかということ？じゃないかな。

堀：斉藤さんの作られるシンボライザーの入力は何なんですか？キーボード？

斉藤：だからそれは駄目っていうか。

○○：おばあさん。

斉藤：こう思って私は２つ考えてるわけ。１つは計算機もさっき言ったみたいに少しはあるわけ。下の氷山みたいなものは。かつ入力手段がないのではなくて、一応キーボードという入力手段があるわけ。だからそれをフルに使って、キーボード

だけで可能な世の中のシンボライズを計算機はするべきだよね、当然。そう思うと、例えばエディターでもいいけど、キーボードから得られる情報をもう全部フルに使って、ぎりぎりまで頑張ってシンボライズして、それを元にいろいろ自分の動作を決めるような、例えばエディターを書いてみたいと思うわけ。そうすると時間の情報しかない。ていうか、何を打ったかという情報の他にあるのは、何と何を打った間にどれだけ時間がかかったかしかないわけ。それ全部取り込んで何ができるかというとあんまりできない。仮名漢字変換のときに変換キーを押さなくていいようになるかならないかとか、その程度しかいかないから、計算機を今の状態のままでそういう方向でよくしようっていうのはちょっとあんまりいかない。でもそれは少し面白いかもしれない。

平賀：それはだってキーボードっていうのがもうすでに相当程度シンボライズしちゃってるから。

斉藤：もちろんそうだ。だけどそれしかないんだもん計算機の上では普通には。だけど、こういうシンボライザーの研究をするんであれば、ぜひやっぱりビジュアルなインプットが欲しいと思う。

中川：向こうから見てて、顔色変わったとか、変わんないとかって思うときあるでしょう。

斉藤：ビジュアルな入力のところを何て言うか、スタンダードな道具にしちゃいたいわけ。だからワンチップのLSIか何かで、どれぐらいか知らないけど、4キロ掛ける4キロぐらいの精度でいいか。常時もう、駄目か。確かに駄目。

橋田：A4で。

斉藤：でも実現できるか？

○○：色もあるんです。

斉藤：色ぐらい落とそうよね。犬は白黒で見てるっていうから。そうすると。

斉藤：4キロ掛ける4キロぐらいで、それで常時、外の情報を計算機のメモリの中にリアルタイムでどんどんアップしてくれてるようなものが欲しいって。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：そういうの誰か作って。

平賀：僕はやっぱり上のちょっとしたものでもやることはいっぱいあると思うけど。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

嶋田：でもちょっとした部分やるために、絶対今の話は必ず出てくる。

○○：出てくるけど、気にするレベルの問題かって。

平賀：気にするレベルの問題だと思う。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

白井：そうであるかそうでないかって全部分かってるでしょ。例えば人間は匂いなんか非常に苦手だから匂いなんかシンボライズできるかっていうと、ちょっと考えると無理でしょう。そういうことを今まさにやろうとしてるような危惧があるわけ。

斉藤：危惧？

白井：危惧が。
松原：要するに到底できそうにないことを。
白井：むしろでもちょっとしたことを。
斉藤：だけど到底できそうにないって言ったら、ここだけに限ってて、人間と同じような動作をさせようなんて、もっと到底できないじゃん。
白井：そうじゃなくてやることたくさんある。
白井：言葉はもうシンボライズされてるって言ったでしょう。ところが自然言語そのものの理解をするのは、とてもじゃないけど、まだできないから。そのちょっとしたことだって非常にたいへん。
斉藤：だから切り離したところでどこまで行くかってこと。例えば翻訳っていうのをやるわけ、機械翻訳を。それは絶対何て言うのか、もう品質を気にし出したら絶対いかないと思うわけ。ここがないと。シンボライザーのところがないと。ていうか、共感したり、つまりその時どう感じたからこう言ったかとか。
平賀：それがここの話なんですか、共感したりとか。
斉藤：ここの話だよ。違う？　違うのか？
平賀：それは。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
松原：だから斉藤さんが立てた話はそうでしょう。
橋田：そのシンボライザーがどうっていうのは、いかにして、要するに学習プログラムがどうってことでしょう。
斉藤：まあそうだね。
橋田：その学習するっていうのは、何だっけ、よりうまく適用するってのがあったけど、よりうまくっていうのはどういう風に定義するの？
＜発言が重なり聞き取り不能＞
中川：それが定義されていないっていうところに問題がある。
橋田：つまり快感ベースを定義しようっていう。
一同：（笑）
橋田：どっちに向いて動いていいのやら分からない。
平賀：共感するっていうのは、この部分よりさらに上の一番上のほうの話じゃないの。
橋田：僕ここだと思う。
中川：分かんないな～。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
平賀：本を読んで共感するって言った場合に、文字？の形が素晴らしいとか、そういう共感するわけ？　もうその時点で、もう全部シンボライズされたものに対して、そういった共感とか、そういうものが生まれてくる話なの？
＜発言が重なり聞き取り不能＞
平賀：つまりインプットシステムとは話が違う。
斉藤：だけど、じゃあ、こういうのは？
平賀：どういう？
斉藤：前にすごい悲しそうな顔した人がいるわけ。
平賀：また本の話をしてるでしょう。
一同：（笑）
＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：いや、本じゃない、イメージ。
松原：だけど本だってどうしてここだけだって分かんないでしょう。
平賀：だって今、翻訳の話から本の話に。
斉藤：いいよ。
松原：本でも、本に限ってもいい。何でそこで共感したりしてるって分かります？　上の部分だけで。そういう証拠はない。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
中川：だから情念っていうのが、どこに属するかがまだ分かってないから、上だ下だと言ってるだけで、それが分かってないんです、まだ。
松原：情念がどこから出てくるか。
平賀：個人的ないい加減なこと言わせてもらうと、僕は一番上のほうだと思う。
松原：僕、一番下の部分だと思う。
堀：これは面白いな。
一同：（笑）
＜発言が重なり聞き取り不能＞
平賀：外界とのインターフェースの部分から。
松原：そうです。ほとんどその部分に近いんじゃないかと僕は思うんです。下から上がってくるやつ。
平賀：あのね、こういった文字を見て、感激するわけ？
松原：だから、そういうことを言ってるわけじゃないんです。
平賀：今の議論は一番下のほうじゃない。
松原：だから下から上がってきたからといって、全部が感動するわけじゃない、もちろん。だから途中で感動がカットされることはあるんですけど、生き残ってきたのは相当下のほうから生き残ってきたわけ、ここまで。
平賀：そうかな。
松原：僕はそう思う。
平賀：そうかもしんない。そういう要素もあるけど、それはむしろ動物的な感動のレベルであって。
松原：感動って動物的以外何モノでもないじゃん。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
平賀：だから。
松原：共感とか反感っていうのは、動物的な。
嶋田：だから知的感動と肉体的感動とが。
松原：知的感動っていうのは、動物的な感動でしょう。
平賀：そうかな？
＜発言が重なり聞き取り不能＞
堀：夏合宿はこの続きをやりましょう。
橋田：だからその感動っていうのは、知的感動が動物的レベルだっていうのは、そのインプット・システム自体が学習によってニュートラルな方向に変えていて、それを情報が通ってくる過程で感動が生まれるっていうわけ。文字を見て感動するっていうのは、もっとプリミティブなレベルでインプット・システムがやってることである。
平賀：例えば音楽を聞いて、カラヤンの演奏が嫌いで、ベームが好きだなんて言ってる場合は、その違いを認識できることは必要なんでしょう。違いを認識できるってことは、何らかのそのスタンダード・イメージみたいなものは必ずあるわけだから。そっから実際に聞いたも

のがどれだけ違うかというのを比べて、初めてカラヤンがいいとか、悪いとかいうことは言えるようになるわけで、そういったスタンダード・イメージっていうのはあるんだけども、そのスタンダード・イメージっていうのは必ずやそのシンボリック以上のレベルのかなり高い抽象化されたレベルのものだと思うわけです。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：そして今度はそれとの違いというのは、違いとそのディファレンスを取るというのは、その一番下のほうのインプットされたものとの比較。

中川：だけど上のほうでできてるものの影響が全然下へ及ばないとすればそうだけど、及んでるとすれば、下のレベルで何かリターン？かかってるかもしれないです。感動する、しないの。

平賀：それはだけど下のレベルで、いろんな曲に対する知識そのものがあるということだったらそれはおかしい。

斉藤：しかし、私、音楽で感動するのは、自分の体に共振するかどうかだけだと思う。

一同：（笑）

嶋田：だからその話とカラヤンとベームの演奏が違うっていうレベルとは違って。

平賀：それは違うでしょう。

嶋田：例えば悲しいときに音楽を聞いたら明るくなったっていうレベルと、それはだから別にモデルが中にある必要も何もないし。

平賀：だからそういったレベルの感動もあるってことです。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：平賀君は知的感動のことを言ってる。

嶋田：だからやっぱり本を相手にしてる人と、絵を相手にしてる人が何か発想が違う。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

中川：そんな気がします。

松原：快感で、要するに本人が快感だと思って、後からこれはベームだから（　）。

平賀：それでもいいんだけれど、少なくともそれのほうが知覚できるということは、何らかの心的実体はあるでしょう。

松原：そこのレベルにカラヤンとベームの違いがある。

平賀：それが本当に感動と言えるかどうかは。

松原：ベームの違いがないとは、僕は言ってませんよ。

橋田：だからそれは。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

嶋田：それがあるんだったら、上から下へのフィードバックもある。

松原：フィードバック、違う。別に、だから下から来て、ここで上で駄目になってもいいんですよ、別に。

橋田：それによって感動を一方的に解釈してるだけでもいいと。

中川：フィードバックあるんじゃないんですか。

堀：あると思う。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

松原：「ある、ない」とは別だということね。「ある、ない」という議論とは別で下でやってても いいんじゃないか。

平賀：それはありとあらゆる情報を（　）。

松原：ビジョンをやってるとね。

○○：フィードバックは。

松原：下に下に置きたくなるわけ。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

嶋田：だからちょっとそのおばあさんのシンボリックの議論っていうのは、要するにもう見ておばあさんだと分かるというそういう話で捉えてるのか、それとも小説を読んでいて、おばあさんというのが出てきて、おばあさんだから、ぼけた行為をしてるというのを理解するためにそのシンボルにしなくちゃいけないのか、それちょっと違うと思うんです。

平賀：小説読むと、おばあさんというとある種の状況を思い浮かべる。

中川：イメージ。要するに外界に対するイメージがかなりきちんと作られた状態でなければ何もできないんです。そのイメージがあまりにも貧弱なのではないでしょうか。センサリー・インプットからのところの話とはまた別に。ものすごく豊富なイメージをわれわれは持って、外界とのインタラクションをしてるっていうか、パターン・マッチングしてやってるんです。

斉藤：だけどそれはここ（シンボライザーのところ）が大きいお陰でできるんだよね。イメージというのは。と僕は思う。

嶋田：でもそのイメージ（　）。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：僕はこの部分でかなり上と下を独立なものとして切り離して扱うことは可能であると思う。これ（上のシンボル処理のところ）はちっちゃいように見えるけど、全然ちっちゃくなくて、ここだけの範囲でやれることもいくらでもあるだろう。

斉藤：それは正しい。

平賀：それはある程度切り離して扱ってることで、ある程度の成果は得られるとは思う。

斉藤：それは正しいかもしれない。

平賀：ここをなぜやりたくないかというと、今後ハードウェアいじりたくないから。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

嶋田：あと 1 つセオリーがないと言ってたの、ここをやるのをセオリーがあるのかどうかっていう議論をしたほうがいい。

平賀：ある程度実験か？

嶋田：むやみやたらに作ったって、それはまた。

斉藤：だから、私、全然言ってない。

平賀：実験は可能だ。

斉藤：セオリーないとは全然、今現在では、現状では。

中川：しかし大きい部分だからセオリーは作らなければいけない。

斉藤：そうそう、だから。

○○：そこにまた。

中川：ということですか。

嶋田：シンボライズ作り込まなきゃ

（　）。

○○：だから（　）ある意味（　）してるんじゃない（　）ことでしょう。だから鶏が先か卵が先か。

白井：本当に果たしてここがシンボライズできるかっていう議論をちゃんとしないと。

斉藤：だからそれ、私、今日、議論する、してくれるものと思ってたのに。

一同：（笑）

嶋田：そんな2時間やそこらでね。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

中川：これでしょう、やっぱり。そこでちょっと気が付いたのは、このレーベンハイム何とかかんとかの定理で、無限濃度も何ちゃら。

斉藤：少しロジックとも関係してて。

中川：言語を用いる限りは、対象のノードを正確に決定できないから、ここが無限に近いらしいから、シンボルを使って、正確に決定することはできないのではないかという否定的な意見も出てくる。

斉藤：無限に近くてもできるんだけど。

中川：無限、本当の無限っていうのはないかもしれないけれども、無限に近いから非常に大変であるというふうに言い換えてもいいんですが。

斉藤：大変であるというのは全てに言えて、平賀くんが言ってるここ（シンボルのレベル）でたくさんあるって言ってるのもそうかもしれないけど、そこもそれだけで十分大変なわけでしょう。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

○○：ちょっと。

斉藤：こっち（シンボライザーのところ）はもっと大変だから、火を見るよりも明らかなんだけど。

○○：だから。

平賀：研究のパラダイムとしてはこっちとこっちは全然違うもんかな。

斉藤：だけど、私はそのつながりがあるために、ここ（シンボルのレベル）だけで閉じてできないんだと思う。

中川：それは正しいと思う。

平賀：本当できないってことはだけど。

○○：ビジョン何かやってると下だけでもできない。

○○：本当に切れるんなら。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

平賀：切れるという仮設定のもとでやって、それ自身としてかなりできるし、どこがないから本当らしくなんないなんてこともない。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

松原：失敗したんで。

橋田：こっちのほうはそれだけでできますか。上なしで。

松原：上なしでは無理だと思う。

斉藤：それが問題で。

來住：エディターなんかの場合は、だからラインエディターでいいものを作ろうとするよりも、こうやってじっと待って、ディスプレーがあって、マウスがあったらもう何て言うか、つまり下のほうだけでいいものができるとすれば、それだけでいいものになる。ハードウェアをだからいいインプット・デバイスを作るには、下のほうだけで仕事をして、いいラインエディターを作るっていうんなら、上のほうだけで仕事をすればいい。

＜発言が重なり聞き取り不能＞
平賀：しかし優れたラインエディターと悪いラインエディターっていうのはあるんだから、そういう形で。
斉藤：だからあってもそれは人間が表現するときには、いいラインエディターとか悪いラインエディターとかシンボリックに表現してるけど、使ってて感じてるときはそうじゃないんだ、だって。やってたら疲れてきたとか、指が痛くなったとか。
平賀：評価の話でしょう。
斉藤：評価だし、その区別が何によってなされてるかっていうのは、全て最終的に言葉になったものでやってるんじゃなくて、全然もうちょっと肉体的なあれで決まるわけでしょう。
平賀：だけど、やっぱりそこのところで使える範囲、その言葉として言える範囲が大きい。
平賀：もう十分大きいことは大きい。
斉藤：人間、言葉で思考してると思ってるんでしょ。
平賀：それは意味がよく分からない、それ。
斉藤：意味が分からないか、いいや。
平賀：言葉で思考してるっていうのは、どう考えたらいいのか？
○○：三段論法や。
松原：言葉が介在してない思考があるか？
＜発言が重なり聞き取り不能＞
○○：（　）できるだけでしたって。
○○：考えるとき言葉を必ず使ってるという人と使っていない人といる。
平賀：ある自然言語で、その知識が文章の形で与えられて、で、それに対してその文章に対する（　）。
斉藤：もう何でもいい、何についても考えてるときでも言葉で考えてるか？
平賀：だからシンボルを対象にして扱ってるとしても、そのシンボルとか、それに対する変換規則が実際の自然言語にマッピングされてるとは限らないっていうか、むしろそれをできることのほうが少ない…。
斉藤：じゃあ、やっぱり。
平賀：だけどもそういったシンボルとか、そういったシンボル・マニュピレーションのルールそのものを言葉と思えばそれは言葉で判断するとは言えない。
＜発言が重なり聞き取り不能＞
斉藤：ややこしい。もうちょっと。
嶋田：その話で必ず言葉をどこまで広げるかっていう話が出てきて言葉で表す。
平賀：例えば機械翻訳なんか見てると、ピボット・ランゲージとか。
斉藤：ううん、自然言語、自然言語で考えてるから。
平賀：それは全然ないと言ってるのはうそだと思うけども、例えば英語的な考え方とか、日本語的な考えっていうのはあるかもしれないけど、全てがそれでやってるとはちょっと。
松原：これ大きいかもしれませんけど、それこだわるようですが、はっきり言って、5 段以上の推論を人間がやってるとは思いません。2～3 段

だと思います、ほとんどの場合が。

平賀：それは意識的な範囲ですか。意識しない範囲では。

松原：もちろん三段論法っていうとかいうのはもちろんそのレベルで、要するに人間がものを考えたと普通言ってるとき。

平賀：5 段って言っているのは、三段論法を 5 段階って意味？

松原：例えばそれでもいいや。

平賀：5 段階論法になる。

中川：3 段なんだけど。

松原：ほとんど低いと、ほとんどプリミティブなレベルの。1 段だ。1 段だっていう説も三段論法1段しかしてないんだって説もあるけど、ほとんどそれに近いんじゃないかとは思いますけど。

橋田：その三段論法をする前の仮定と何だったっけ、2 つ仮定が要るわけ。

松原：大前提とか。

橋田：その仮定を。

松原：小前提とかいうやつでしょう。

橋田：それを作るのは、別のときにやってて、それはすでにもっと下のほうに。

松原：あるわけ。

橋田：コーディングされてるというわけ。意識的にやるのは三段論法。

松原：上のほう頑張るのいいんですけど、だから Prolog でも何でもいいけど、だいたい 10 回も 20 回も推論して、答えが出てきてもあまり嬉しくないんじゃないかと。

○○：思います。

松原：はっきり言って。

平賀：じゃあ、ノレッジエンジニアリングとかでやってることって、あれは何なんでしょうか。

松原：あんまり面白くないんじゃないですか。

平賀：つまり本来エキスパートなんかにしても、その程度の推論で思考してるっていうわけ？

松原：例えば医者はだからマイシンなんか深いのやるでしょう。あんな深いの絶対やんないと、医者はやってないと思うんです。

平賀：ということはああいうシステムがやってることはこちらの部分をかなりシンボライズ、無理やりシンボライズしてやってるっていうこと。

斉藤：少しね。

松原：少し。

一同：（笑）

平賀：えーじゃあ、今度は話が違ってきちゃってさ、ここの部分を少しシンボライズできるってことになるじゃん。

＜発言が重なり聞き取り不能＞

斉藤：そうだよ。だってそれを否定したら。

○○：（　）。

斉藤：方法論のほうを否定してるんで、つまりだって言葉で表現できなかったらもう研究やめなくちゃなんないじゃん。

橋田：シンボライズできるということとしてるということはそれは違う。

平賀：シンボライズするってどういう意味？

一同：（笑）

松原：だから今ので言うと、今ので言っ

たら。

嶋田：（　）シンボルじゃないの。

○○：プログラム書ける。

斉藤：シンボルじゃないというか、直（ちょく）、普通は人間がアクセスできないものでしょう。だからもし言語化して理論化するんであれば、正しく定義を与えてやらなくちゃいけないよね。何であるか分かんないけども。そういう形でシンボライズした暁には。

平賀：人間が直（ちょく）アクセスできないものはシンボルでないっていうのはおかしい。ていうか、無意識的に操作してるシンボルっていうのは、あってしかるべきでしょう。

斉藤：だけどそう言った途端にそれはもうまだ未定義だから、正しいシンボルではないわけ。正しいシンボルっていうの変だけど。みんなで共通に話ができて、理論の枠組みの中に使えるシンボルではないでしょう、もう。おばあさんっていうのは、私が言葉で言うし、みんなもおばあさんっていうの分かってるわけだから、それはシンボルなの。

平賀：だから固定？なわけね。

斉藤：だからっていうか。

松原：上のほうのシンボルは。

平賀：僕はその無意識上のものまでもう終わってるものを。

斉藤：シンボルと言ってるわけ、そしたらあんまり違わないわけだ……。（しばらく議論は続いたが、ここで録音終了）。

参考：AIUEO の T シャツ

写真１：初代裏面

写真２：初代表面

写真３：二代目表面

AIUEO 1984.7.21

"Is it possible to represent symbolizer symbolically?"

斉藤康己（武蔵野通研）

状況設定

1. History of AIUEO （資料1 参照）
   AIは何をしてきたか？ 何が得られたか？
   program without theory は何の役にも立たない！

2. 8th-IJCAI at Karlsruhe, PANEL of Cognitive Modelling.
   "Under What Conditions Can a Machine Attribute Meaning to Symbols" (1983)
   Aaron Sloman, Drew McDermott, W.A. Woods, Brian Smith and Pat Hayes. （資料2 参照）

3. D. Marr "Artificial Intelligence - A Personal View"
   AI vol. 9, pp. 37-48. (1977)
   （資料なし）

   Type 1 Theory
   the isolation of a particular information processing problem,
   ☆ the formulation of a computational theory for it,
   the construction of an algorithm that implements it.
   a practical demonstration that the algorithm is successful.

   Type 2 Theory
   a problem (biological information processing problem) is solved by the simultaneous action of a considerable number of processes, whose interaction is its own simplest description
   ex. protein folding

4. J.A. Fodor の "The Modularity of Mind" （資料3）
   Fodor の input system が私の言う symbolizer に相当する。

5. 学習リンケージでの議論 （資料4）

   第1種と第2種の学習／知識
   cognitive science knowledge engineering

議論の骨

1. Symbolの魔力
Symbolで表現するとはどういうことか?

- 数の表現，代数式の表現　ex. 43, ab, 7 1/3
- 方程式による表現（物理法則）　ex. $F = G\frac{Mm}{r^2}$
- 化学反応の表現　ex. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
- バクテリオファージの形成　（資料 5）
  ↑
  これをsymbolicに計算機でどう表わすか?
- 脳の活動は?

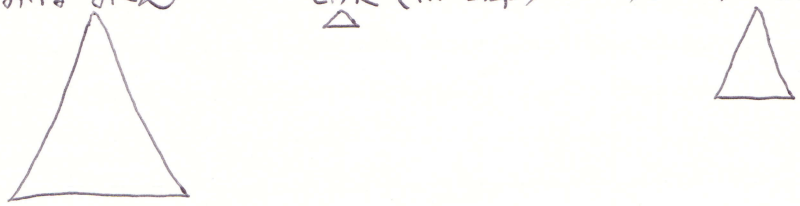
2. 脳は有限オートマトンだから必ず計算機で記述できる。
人間/脳は"変化"する有限オートマトンではないか?

原理的可能性と現実的実現性の間のギャップ.

3. 直接feedbackと間接feedback.　（資料 6）
|
interactionが重要に!

4. Symbolizerを計算機は持たない!

おばあさん　　CAR (in Lisp)　　犬の持つ主人のimage



5. よりむずかしいプロセス（進化 / 学習）
進化を方向づける"すりへる"ような必然性をどうやって
symbolの世界に持ち込むか?

6. symbolizerを記述しようとすると何がむずかしいか?
Non-modularity ?
外界とのinteractionを介して形成される → why?
何がタネか
何がinteractionで得られているか?

すり合わせ

資料2　8th. IJCAI proceedings pp.44-48　1984.7.21 AIUEO 担当 斉藤

PANEL DISCUSSION
UNDER WHAT CONDITIONS CAN A MACHINE ATTRIBUTE MEANINGS TO SYMBOLS

Aaron Sloman
(Panel Chairman)
University of Sussex

It is easy to produce arguments purporting to show that computers can never be conscious, have purposes, understand anything. One standard response is to claim that since computers can manipulate symbols they have the potential to support any kind of mental state or process, if appropriately programmed. The task is then to investigate what sort of programming will transform a symbol user into something with mental states. Much work in AI is concerned with specific subgoals of this investigation, taking it for granted that machines can manipulate symbols with meanings.

But can this be taken for granted? Certainly computers construct and transform patterns. We can interpret them as meaningful, but it does not follow that the computer does, any more than a filing cabinet interprets documents. If interpreting symbols already presuppose being conscious, having beliefs and goals, etc., then the ability to assign meanings to symbols cannot explain these other abilities.

One popular reply is to postulate sensors and motors. No mind or computational process can refer to particular events or objects in the physical world without being causally embedded in the world. Perhaps even reference to properties and relations (universals) requires such causal embedding. So if we find suitable causal relationships between internal processes and external events, then this would seem adequate to justify the claim that the internal processes use symbols with a meaning.

But is this necessary for every form of mentality, every meaningful use of symbols? Can't we imagine someone totally paralysed, blind, deaf, anaesthetised, yet conscious, thinking, even experiencing hallucinatory physical sensations - or at least solving problems about number theory? Or do we only think we can imagine this? People often assemble meaningful words into deceptively incoherent phrases, like "the view of the universe from outside time".

I claim that we should accept the anti-behaviourist intuition that the meaningful use of symbols can be purely internal. This is not just a semantic quibble about the meaning of "meaning". Rather, the point is that different sorts of internal computational architecture have profound implications for different sorts of mentality, independently of external relations. It is significant that computers have been designed in such a way as to support talk of machine-languages, instructions, addresses, conditionals, logical operations, arithmetic operations, and the like. The use of such terms in computer science does not depend on external relations. It is justified by the structure of internal processing. For instance, a computer can use numbers to count internal operations, or to count internal symbols, just as we use them externally.

The issues are surprisingly tricky. Given an uninterpreted computer you may be able to work out which symbols the machine interprets as booleans. But could you tell which one was taken as "true" and which as "false"? Can the distinction can only be made only in terms of a computational architecture rich enough to support a division between beliefs and goals? We don't notice the need for this normally because machines come with manuals which beg the question by telling us which operation is "and", which "or", etc.

We should explore the ability of different sorts of computational architectures to support such notions as reference, instruction, goal, description, truth, plan, desire etc. In particular, we need to understand the conditions under which a machine could have beliefs and goals relating only to internal states and processes, such as the belief that two lists have the same contents, or a goal like counting the number of even integers in an internal list. (The differences between beliefs and goals lie only in their roles in processing.) The relevant architecture need not be directly implemented in a physical machine. It could be a virtual machine implemented in a lower level machine with a simpler architecture. All this contradicts a philosophy which stresses the social, communicative, role of meaning.

So ordinary digital computers, suitably programmed, seem capable of supporting quite complex notions of meaning and mentality independently of external connections. Paradoxically, it is far less obvious how brains can support the self-referential abilities which enable ordinary computers to be described in mentalistic language. Do brains intrinsically require external connections for their use of symbols with meanings?

I have deliberately invited a biased panel to discuss these issues. When one side of a debate is so easy to argue for, we may hope to profit most by listening to the other side.

PANEL DISCUSSION
UNDER WHAT CONDITIONS CAN A MACHINE ATTRIBUTE MEANINGS TO SYMBOLS?

Drew McDermott
Yale University

1. In what sense do humans assign meanings to symbols?

2. In what sense do humans think they assign meanings to symbols?

3. Could machines assign meanings the way humans do?

4. Could machines think of their meaning-assignments the way humans do?

Many humans think that the first step in perception is sensation, and that larger percepts are made of atomic sensations. We now know that it is not necessary to appeal to sensation to explain perceptions. (You could arbitrarily label the first events in perception "sensations", but there is no compelling reason to.) It looks now as if we could design a complete vision system that had no intuitions whatever about "atomic feelings" occurring inside it. Why then do we think sensations play a role? How could we augment the vision system so it could think this about itself?

Similarly, we should expect in studying meaning (and other mental phenomena) to find discrepancies between what actually happens and the way we perceive it. One such discrepancy accompanies our overwhelming intuition that when we know that a symbol refers to something, we are "connecting" an abstract symbol to a concrete reality. I don't just have a formal theory about an individual named Reagan; I know who this name refers to.

But when we build robots, there is nothing inside the robot to actually "connect" a symbol to. In fact, the major intellectual achievement of computer science in western culture is to demonstrate that a device can manipulate symbols "correctly" without knowing what they mean. Previlusly, mind-theorists who tried to build theories based on symbol manipulation kept stumbling over the homunculus, required to understand the symbols being manipulated.

Does this mean that a robot does not succeed in referring to the world at all? No, as the following sketch should demonstrate.

A robot can be modelled as one or more formal systems, connected to the world by way of sensors and effectors. They will be formal, systems in that they operate by applying elementary operations to uninterpreted symbol structures, deriving new uninterpreted symbol structures. The sensors create the first symbol structures; the effectors receive some of the inferred symbol structures, and execute them as instructions.

This works because the formal system has an interpretation, which matches the real world closely. I.e. there is an assignment of real-world entities, properties, and propositions to the symbol structures of the formal system, with the following properties:

* Input soundness: the sensor apparatus is constructed so that the symbolic structures it constructs usually correspond (under the interpretation) to actual states of affairs; that is, they are usually true.

* Inferential soundness: the formal system is constructed so that it tends to infer true symbolic structures from other true symbolic structures.

* Output soundness: the effector apparatus is constructed so that it tends to perform the actions that the interpretation assigns to the symbol structures given to it.

For example, when a car is coming, the robot's sensors put an expression (CAR-COMING) into the formal system, which infers (SHOULD-DO (JUMP)), and sends (JUMP) to the effectors, which actually causes a jump.

Having an interpretation, does not mean that the formal system has access to something, but that there exists an interpretation in the mathematical sense. It is futile to ask for more. If the robot had access to a thing purporting to "contain the meanings" of its symbols, then either this thing would be just another formal system, and wouldn't contain the meanings after all; or the robot would not be a Turing machine, but some more mystical entity. If we want to stick with the formal robots that have revolutionized our thinking about the mind, we must place the interpretations of their symbols outside their heads.

So the interpretation can play no functional role in how the robot works. It is simply an analytical tool, to explain how it works.

What if there is more than one interpretation of the formal system? After all, any interesting system will have an infinite number of different

models. But most of them will fail to satisfy the three soundness conditions. There is an interpretation in which (CAR-COMING) means "Rice pudding present", and (SHOULD-DO (JUMP)) means "My mother is standing on her head", but the sensors, effectors, and inference machinery do not work correctly under this interpretation. I expect that for any robot, there is a "standard sound interpretation" that does satisfy the soundness conditions in our world. Since these conditions are stated as engineering precepts ("component X usually operates according to the interpretation"), there are probably lots of unimportant variants of the sound interpretation, but I will ignore this issue.

I have now answered my original questions 1 and 3, how meanings actually work. We must now ask how humans and robots might think about how they work. First, let me acknowledge that there is a mystery here about why humans have any opinion at all about whether they assign meanings to symbols. The answer might be that humans are just naturally inquisitive, and have opinions about everything, but perhaps there is some special reason to have opinions of certain kinds about oneself.

The symbols people think they manipulate are not those in the robot's formal system. When people think of symbols, they think of words, names, mathematics, and road signs. Suppose a human, to be specific, Edwin Meese, is mediating on the meaning of "Reagan". He knows that this symbol refers to his boss, person he sees often. He believes he can think about Reagan any time he wants, and that this name refers to that person.

The truth is that for Meese to think about Reagan is for him to manipulate symbol structures that refer to Reagan in his standard sound interpretation. Ironically, for him to think about the name "Reagan" is to manipulate symbol structures in much the same way. (Since the name is a social object about which various things are known, e.g., it's pronounced differently from the name of the Treasury Secretary.) The idea that the one object refers to the other is a third symbol structure, used mainly by natural-language modules.

The mind conceals such facts about itself. (It is usually pretty easy to see why, but that isn't my main topic.) It tells itself that to think about Reagan is to "directly apprehend" him. You can think about an object if you are "acquainted" with it, if you know "which object it is".

This is contrasted with another situation we have all been in, where we know someone (or something) by name only. Suppose someone has been marooned on a desert island for twenty years, and, having returned, hears people blame someone named "Reagan" for all our troubles. Obviously, this is someone he ought to know about; he ought to know who the name refers to. Somehow, just knowing that Reagan is "the person everyone is blaming for our troubles" is inadequate. After finding several more facts, and seeing Reagan on television, he begins to feel tht he is "knows who Reagan is", that he can think about him any time he wants.

People feel a sharp difference between only knowing something's name and knowing the object directly. I think this is an illusion; in reality, one accumulates information about an object gradually. There is no well defined point at which one is "really" acquainted with it. The sharp feeling is akin to a sharp feeling of hunger; there is no qualitative difference between an empty stomach and a full one, but it feels like there is; if it didn't, you wouldn't work so hard at finding food. In the case of acquaintance, you need a reason to work hard to gather information.

Whatever the source of this feeling, it leads to disbelief that all knowing is mediated by a formal system. If all you have is symbols, then you aren't "really" acquainted with anything, and you don't "really" understand anything. In fact, the sketch I started with explains quite satisfactorily how a purely formal system can nonetheless deal with the real world, and, in a certain sense, have its symbols mean things in that world. Being "directly connected", or "knowing what the symbols mean", plays no role.

This answers my second question, How do people think they assign meanings to symbols? The fourth question, How might we get machines to think about themselves this way?, I will leave unanswered.

IJCAI SYMPOSIUM
UNDER WHAT CONDITIONS CAN A MACHINE USE SYMBOLS WITH MEANING?

W. A. Woods
Bolt Beranek and Newman Inc.
10 Moulton Street
Cambridge, MA 02238

Most existing computer systems use representations that have meaning to their designers, but do not stand in any relationship to their intended meaning whereby one could say that they had that meaning to the machine itself. I will be concerned here with the question of when symbols* actually have meaning to the machine. This question presupposes the answer to a prior question: why should one maintain a distinction between the meaning of a symbol and rules that simply imply its applicability or inapplicability? I will attempt first to answer this question, from which an answer to the former will follow. Briefly, I will argue that the distinction is necessary in order for a system to make proper adjustments to its knowledge base as a result of experience.

In a previous work [1], I have argued that the meaning of a symbol resides in an abstract procedure, not necessarily executable, linking the symbolic expression to the physical world through the (computational / inferential) operations of a physical interpreter operating on a combination of internal representations and sensory/motor connections to the world. Moreover, I argued that this meaning specification (the <u>meaning function</u>) is distinct from the procedures that one ordinarily uses to conclude the truth of a description in everyday situations (<u>the recognition functions</u>).

I will assume here that both meaning and recognition functions can be represented by collections of rules of the form "p implies q", provided that a distinction is maintained by the system between those rules that it applies as part of the meaning (i.e., "meaning postulates") and other implications between symbols (which I will refer to as <u>hypotheses</u>).

If a system is to try to develop a model of the world in which it operates, then it needs to record rules of the form "p implies q" where, in the simplest case, p denotes some observable attribute of the world and q denotes some other observable attribute. The utility of such a rule lies in the ability to conclude q without actually perceiving it. Let us call p a <u>sensory</u> symbol (for a system) if there are processes in the world that (physically) cause the system to conclude p or to conclude not p. I will take the physical processes which operate in this way as determining the meanings of such sensory symbols.

A system with no sensory symbols could not be expected to acquire a model of the world except through the intervention of an external agent (i.e., a programmer). In this case the meanings of its symbols would reside solely in the head of the programmer, and the system would be open to different interpretations by different external observers, however consistent its internal operations were with some particular interpretation.

Consider a system that has both sensory and nonsensory symbols and that hypothesizes rules of the form "p implies q" under some circumstances. A validated hypothesis "p implies q" is useful to the extent that one knows under what conditions to invoke the hypothesis (i.e., one knows the meaning of p) and one knows what claims are being made thereby (i.e., one knows the meaning of q). Moreover, in order to determine the validity of the hypothesis, one needs to be able to determine the truth and falsity of p and q in most circumstances.

Suppose that this system encounters a violation to a pair of rules "p implies q" and "q implies r" by perceiving that p is true and r is not. If q is a sensory symbol and its truth can be determined by perception in the situation in question, then the appropriate response is simple -- either the "p implies q" rule or the "q implies r" rule should be modified, depending on whether q is false or true. If q is not a sensory symbol, the system needs some criterion to decide which of the two rules to modify. Since one rule implies q is true, while the other implies it is false, what the symbol q means (either to the system or to an external agent) becomes important at this point in deciding what to give up.

To claim that the symbols in a machine have meaning is to claim that above and beyond the rules and procedures that lead them to be deduced by the system, there is some further claim about the state of the world that is being made by virtue of such a deduction. That is, regardless of one's reasons for believing p, there is some claim about the world that p makes, which may be either true or

---

*I will use the word "symbol" here as a generic for the entire class of symbolic expressions used by the system, including designating expressions, predicates, propositions, etc.

false. Without such a distinction, a system would be unable to formulate a predictive model of its world, and could at best keep a record of its experiences; no deduction that it made could ever claim anything more than that it had made the deduction.

One of the main benefits from having a notion of the claim made about the world by a symbol (i.e., its meaning) is that if one encounters a sequence of deductions from some sensory symbol p to some sensory symbol q, while perceiving that p is true and q is false, then one can attempt to localize the erroneous rule by examining the truth of the intermediate symbols involved in the deduction. In particular if some intermediate symbol s is determined to be true (by virtue of its meaning) then the deduction leading from p to s may be left intact and attention directed to finding the error in the deduction from s to q (and conversely if s is determined to be false).

Without some such criterion for localizing the error, any one of the intermediate rules could be changed to eliminate the inconsistency in the momentary situation, but with little confidence of the effect on other hypotheses (perhaps already strongly verified). That is, it would be inappropriate to change the meaning rules (and thereby the meaning) of any of the symbols already involved in partially verified hypotheses, thereby changing the claim made by those hypotheses and either invalidating them or weakening their previous validation.

One can imagine situations in which the minimal change to an entire belief system in order to bring it into line with some body of observations is to make a change in the meaning of some symbol, thereby eliminating inaccuracies in, or increasing the coverage of, existing hypotheses. However, such a change would have to come from a complex analysis of a large portion of the system's knowledge base. This would be a revolutionary rather than evolutionary modification and would not be an appropriate mechanism for performing routine, incremental modifications to knowledge.

If one considers such modifications in an internal language of thought, coupled to symbols in the external vocabulary by connections that can themselves be learned and modified, then any such revolutionary change could also be effected with no changes in the meanings of internal symbols by merely moving the affected hypotheses (and appropriate external symbols) to new (internal) symbols with the desired meanings rather than changing the meanings of the old ones. Thus, in the internal language there appears to be no need to ever change the meaning of a symbol.

An obvious question, at this point, is whether an analysis along the above lines can apply to natural kind terms as well as to terms with obvious necessary and sufficient conditions. I believe that this is the case, although the story now becomes a little more complex. In this case, the question of interest about the meaning of a symbol has to do with what natural kind the system has got hold of when it forms a hypothesis. (In general a satisfactory account of natural kinds must allow the meaning rules to leave "gaps" in which the system has no intentions as to whether some hypothetical situation embodies an instance of a symbol or not, and must permit meanings to be extended in certain circumstances by narrowing the gap -- see [1] for further discussion.)

Consider the hypothesis "snakes are harmless" expressed in New England, where there are virtually no poisonous snakes. One may ask whether the meaning of the internal symbol for snakes in this case refers to only (nonpoisonous) snakes of the kind that live in New England, or to all kinds of snakes. (I assume that both these classes are natural kinds). The answer, I would argue, depends on the intentions of the person when the concept snake was formulated and the preservation of those intentions in the meaning rules for the symbol (i.e., whether the scope of the meaning rules was sufficiently broad to cover all snakes or included enough specific characterization of the range of snakes experienced to rule out the poisonous kinds that exist elsewhere).

Once again, the meaning intended and encoded in the meaning rules will determine the reaction to encountering an anomalous situation -- in this case, whether to attach the external word "snake" to a new internal concept which includes poisonous snakes, or to subclassify the the internal concept and move the "snakes are harmless" hypothesis to a more specific subclass.

If we take the above simplified story as the reason for maintaining a distinction between the meaning of a symbol and a mere collection of conditions that imply it or that it implies, then it follows that for symbols to have meaning to a system, there must be sensory symbols to which the nonsensory symbols are related by a distinguished set of meaning rules or some equivalent mechanism. These rules together with their interpreter and the physical processes that govern the senses determine the meanings of the system's symbols.

By this account, a system that read stories and answered questions about them, based solely on the manipulation of internal representations with no experiential base, would, from its own perspective, be manipulating meaningless symbols. Similarly a pocket calculator would be a manipulator of symbols whose meanings were externally attributed (even though its internal structure does faithfully model the intended interpretation). On the other hand, a simple robot creature with primitive perceptions can be said to have meanings for its symbols that are not externally imposed if its symbols are tied to those perceptions by some distinguished mechanism equivalent to meaning rules.

Reference

[1] Woods, W.A., "Procedural Semantics as a Theory of Meaning," in A. Joshi, I. Sag, and B. Webber (eds.), Elements of Discourse Understanding, Cambridge University Press, 1981, pp 300-334.

情一室　談話会　資料3 (1/2)　1984年5月11日 1h30m-

『The Modularity of Mind』 by Jerry A. Fodor

～ An Essay on Faculty Psychology ～

résumé par Yasuki SAITOH

A Bradford Book, The MIT Press, 145 pages (1983).

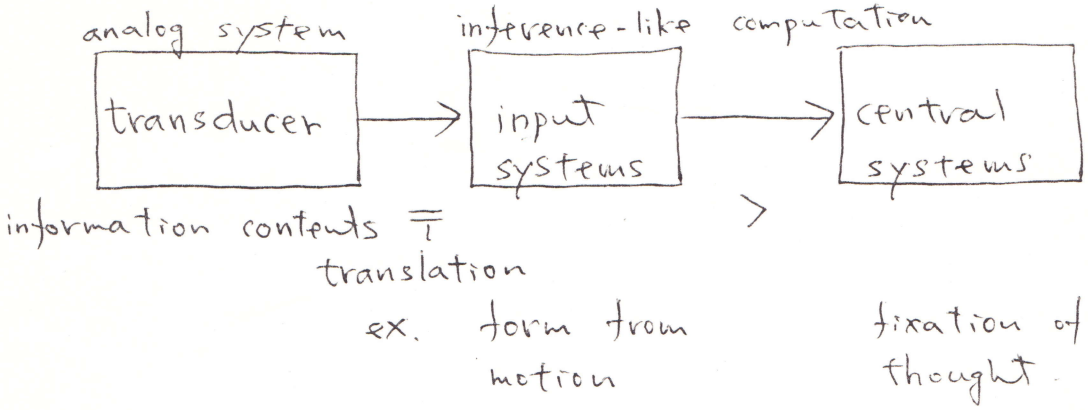
- modularity ← modular ← module =
  a part of something that can function independently of the other parts.
- faculty = the power or ability to do something particular.

全体は以下の5部構成になっている。

Part I Four Accounts of Mental Structure
　II A Functional Taxonomy of Cognitive Mechanisms
　III Input Systems as Modules
　IV Central Systems
　V Caveats and Conclusions

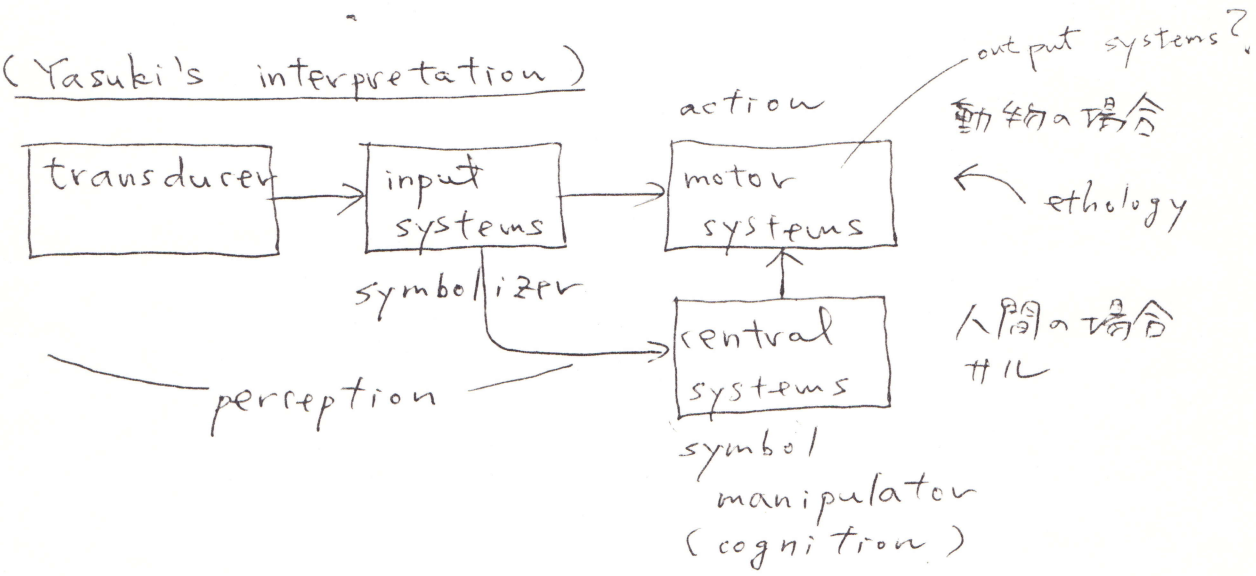
第1部で、心の構造に関するいくつかの説を紹介したあとで、その中の1つ Gall の vertical faculties の説に若干変更を加える形で Cognitive System の Taxonomy を与える(第2部)。続いて、第3部では、その中の input system に焦点をあてて、その性質を列挙し、説明する。input system は domain specific, modular, informationally encapsulated, などなどの性質を持つ。これと全く反対の性質を持つものとして第4部で、Central System が取りあげられる。Central System を特徴づける形容詞は、Quineian, isotropic である。最後に第5部で、epistemically bounded / unbounded の議論と modularity thesis の関係に関して警告を述べ、Cognitive Science が研究対象とできるのは input systems のみという結論で終る。

PART II A Functional Taxonomy of Cognitive Mechanisms



- central system が computation を行えるような形に world を represent するのが input systems の役割.

- (Yasuki's interpretation)



- 計算機の場合は、人間が input systems の役割をはたしている。
  programmer

資料 4 (1/2)

学習リンケージ用資料　　1984.4.19

What is learning?
Man's learning and Machine's learning

情一　斉藤康己

Key word - symbolizer

☆My Definition:

外界とのインタラクションを通じて，有機体(必ずしも生物である必要はない)がその構造を外界にマッチするように変化させ，よりうまく行動するようになることが学習である。

☆Classification of Learning:

学習は，それに要する時間，及び，その内容の観点から大きく3つに分類できると思う。

1：大変時間のかかる学習 ⟶ 生物の進化，社会の発展

2：ある程度時間のかかる学習 ⟶ 言語の習得，常識の形成
Symbolizer の確立
↖ J. Fodor の言う "input systems" の形成
cf. "The Modularity of Mi

3：あまり時間のかからない学習 ⟶ 言語による知識の獲得
一夜づけ
電話番号のごろによる記憶

☆Machine's learning:

現在の計算機は Symbolizer を持たないので，学習には大変な困難が伴なう。
↙ IJCAI-83
"Under What Conditions Can a Machine Attribute Meaning to Symbols?"
もしソフトウェアやそれを開発する人，使う人まで含めて，1つのシステム（有機体）とみなせば，1のレベルの学習は存在すると思われる。 ⟶ 人間を介してのソフトウェアの進化.

☆Conclusion:

以上の考察からAIの研究として学習を取り上げ，計算機とのからみで何か研究しようと思うと，Symbolizer の部分がネックになるし，又それが一番 attack すべき問題であると考える。

資料4(2/2)

84.7.4

学習リンケージ

これまでのまとめ 1

視覚G 今田

1. 学習とは?

未定義のまま出発

2. 学習の種類

① 第0種の学習 (第0種の知識)
才1種, 才2種の学習を行なうための手段を提供する

② 第1種の学習 (第1種の知識)
画像・音声等, 自然言語化できないものに関する知識の習得

③ 第2種の学習 (第2種の知識) basic category
自然言語等に基づく論理的な知識の習得

3. 学習時の問題点

① 汎化と分化
② 類推 (ルールの汎化・分化)
③ 概念化
④ 帰納
⑤ 知識の使用範囲の限定

4. 学習の目的

学習によって得た(記憶した)知識の中で, ある外部状況に最も適した知識を参照できる or 出力できること。

要するに, 学習は, その知識を使うときのことを考えて行なうべし。

5. 知識を使うときの状況

幾つかの条件 ⟶ 知識の範囲の限定 ⟶ 最適知識の選定
(外部状況)

Production rule の前処理版

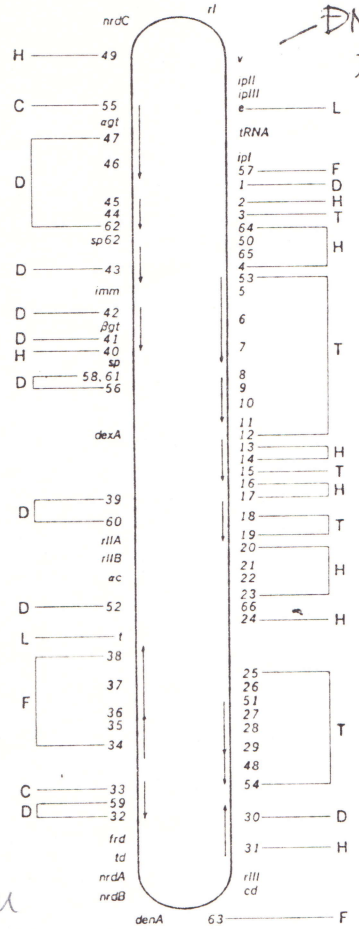
資料5 (1/2)

飯野てつふ
分子構造の遺伝学
の7章

4

1.3 バクテリオ・ファージ T4の形成

DNA 分子量 約1億
ヌクレオチド対 約17万
遺伝子総数は
150コぐらい



長さ50μ

図 7-5 T4ファージ染色体上における各種遺伝子の分布。
斜体の文字は遺伝子記号を表わす。Hは頭部，Tは尾部，Fは尾毛，DはDNA合成，Cは調節，Lは溶菌をそれぞれ支配する遺伝子である。また矢印はオペロン単位と転写の方向を示す。

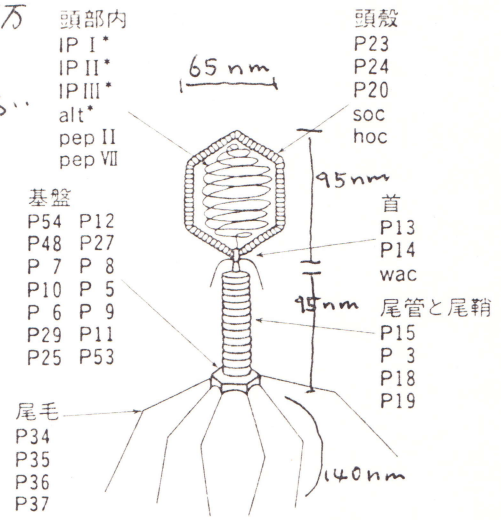


図 7-1 バクテリオファージ T4 の構造タンパク質。
頭部全体で14(首も含まれる)，尾部に18，尾毛に4，計36種類(少なくとも)が存在する。DNAは頭部内に存在する(柳田充弘，化学と生物 15: 140(1977)より)。

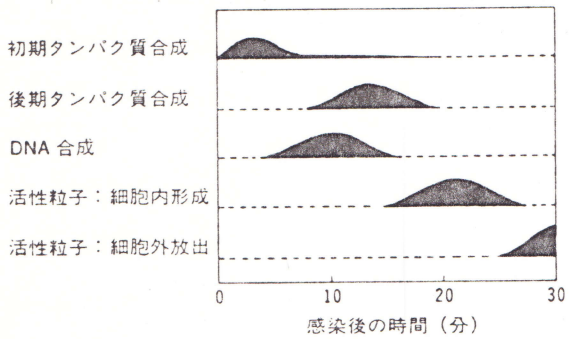
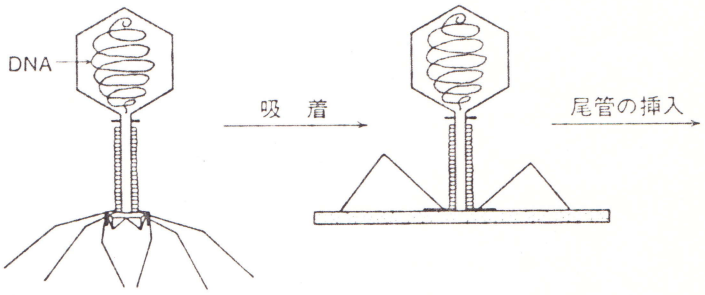


図 7-4 T4ファージの増殖過程における反応の継時的変化



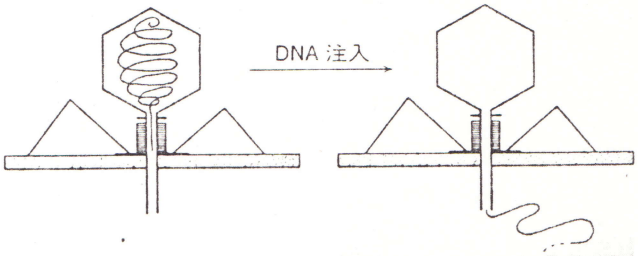


図 7-3 T4ファージが大腸菌に感染する際の粒子の構造の変化。

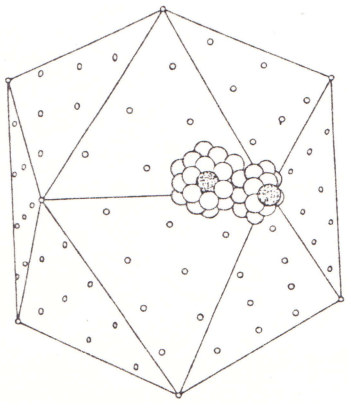


図 7-6 T4ファージ頭殻の成分タンパク質の配置。
面上の集合単位1個と角の集合単位1個についてモノマーの配置を示してある。○はP23*，◉はhoc，○はsoc，∘はその他の集合単位のhocの位置を示す。

○部分集合体の段階的集合

並列構築
(parallel assembly)
↑
突然変異体の
研究から

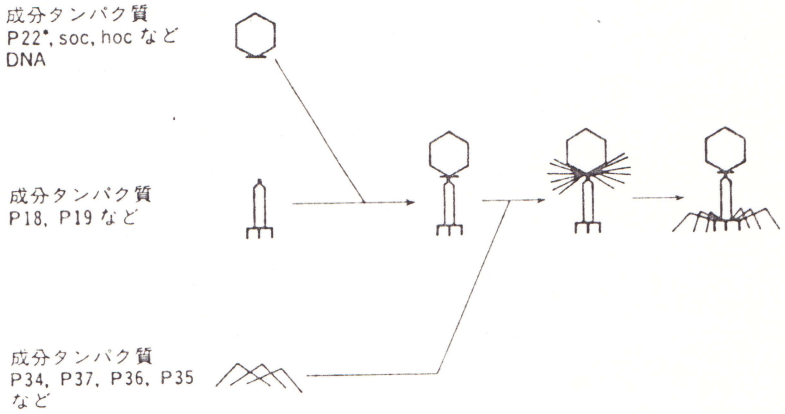


図 7-11　T4 ファージの部分構造体の集合による粒子形成の過程。

○頭部形成（遺伝だけで形態がきまるというのは全くの誤りだ！）

scaffolding structure

殻タンパク質の変化

分子量の変化	
P23	56,000
P23*	46,500
P24	45,000
P24*	43,500

切断用の酵素タンパク質は P21* である。
← P21

分子加工
(molecular processing)

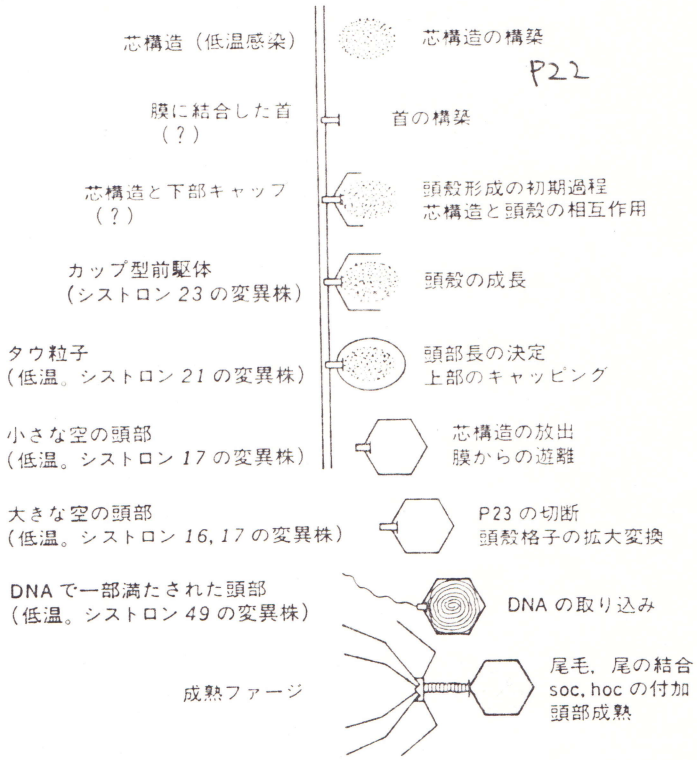


図 7-12　T4 ファージの頭部形成における構造変化。
かっこ内は宿主細胞内に蓄積される条件を示す（柳田充弘・宝谷紘一，分子集合体の構造変換と構造形成，"生体における分子識別"(1979)，共立出版．より）。

DNAの挿入と頭殻の成熟
pA（タンパク質），スペルミジン，ATP，Mg^{2+} → DNAが中へ入る。
DNA切断酵素

○尾管と尾鞘の構築
順序性，自己集合反応　P19モノマー 144個 ← 分子歪みの集積

○尾毛の形成　P34×2
P37×2 + P36×2 + P35 →

資料 6 (Y1)

1984.7.11
(水)

NL, PL, Logic and AI
(水曜会用アジビラ)

情一 斉藤康己

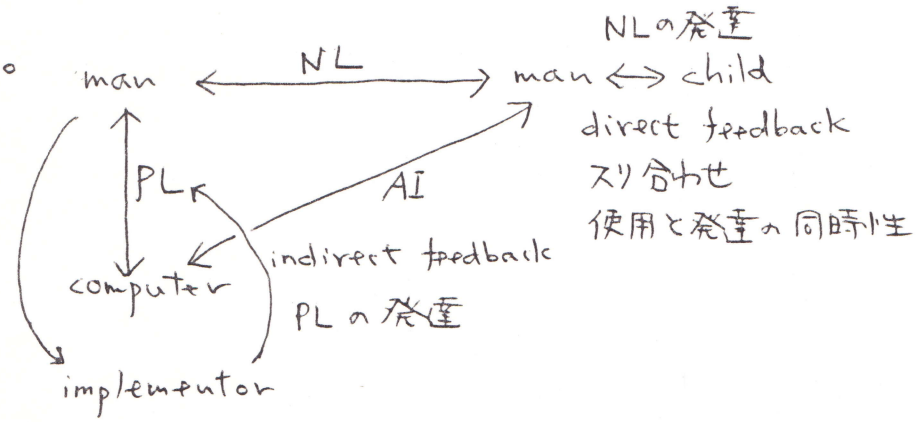
motivation

- AIの基本的問題の1つとして dog recognizer を記述することがある。
  grand mother でも triangle でもよい
  (Fodor によれば input system, Yasuki によれば symbolizer)

- いまだかつて誰も dog recognizer を記述できていない。
  その原因は対象の本質的複雑さにある。
  あるいは記述用の道具(言語)の稚拙さにある。

- しかし、脳は有限オートマトンだから原理的には必ず記述できるはずである。 → 道具(言語)のどこが不備なのか?
  ↓ として考えられるのは
  NL Natural Language
  PL Programming Language
  Logic
  これらの関係及び限界は?

- 道具のみを取り出して、それのどこが不備なのかを考えるのではなく、道具とそれを使う Agent のペア全体として何が足りないのかと考えるべきである。

- 

- PLでは1段上の level までしか組み上げられない。(人間の能力の限界)
  NLでも同じことか? (set of vocabulary がないと考えられない)

- Logic の分野で得られた限界(レーヴェンハイム/スコーレム/クルスキーの定理)がそのまま NL にも当てはまるか?
- "Under What Conditions Can a Machine Attribute Meaning to Symbols?"

1984.7.21 AIUEO 担当 斉藤 資料1

type aiueo.prehistory.l
1976-1977 at Essex

[Language]
Charniak: "Jack and Janet in Search of a theory of knowledge"
Charniak: "Organization and Inference in a frame-like system of common sense knowledge"
Schank: "Identification of Conceptualizations Underlying Natural Language"
Schank: "Using knowledge to understand (SAM)"
Wilks: "Summary of Natural Language tutorial lecture"
Rieger: "The commonsense algorithms as a basis for computer models of ..."
[Vision]
Gregory: "Seeing" and "Art & Reality" from Eye and Brain
Minsky,Papert: "Progress Report on AI"
Winston: "The MIT Robot"
Marr: "On the purpose of low-level vision" (seeing under things!)
Weir: "The perception of motion: Actions, Motives & Feelings"
Navatia,Binford: "Description and Recognition of curved objects"
Marr,Nishihara: "spacial Disposition of axes in a generalized cylinder representation"
[Planning]
Waldinger: "Achieving several goals simultaneously"
Sacerdoti: "The nonlinear nature of plans"
[Programming]
Davis,King: "An overview of Production Systems"
Mcdermott,Sussman: "Why conniving is better than planning?"
Green,Barstow: "Some rules for the automatic synthesis of programs"
Hardy: "Synthesis of LISP functions from examples"
Bornat,Waldinger: "Does AI programming really have to be like knitting with spaghetti?"
[Frame theory]
Minsky: "A framework for representing knowledge"
Winograd: "frame Representations and the Declarative/Procedural Controversy"
Bobrow et al.: "GUS, A frame-driven dialog system"
Bobrow,Winograd: "An overview of KRL, a knowledge representation language"
Bornat,Wielinga: "An underview of KRL, - is it a P.L.?"
[Semantic Net]
Woods: "What's in a link?"
Schubert: "Extending the expressive power of semantic networks"
[Geometry theorem provers etc.]

History of AIUEO compiled by Yasuki SAITOH

(Original members are Saito, Shirai, Nakashima, and Katagiri)
1977

12-Dec-77(Mon)10-12 Saito
M.Minsky, "Plain Talk about Neurodevelopmental Epistemology",
5th IJCAI, pp.1083- (1977).
19-Dec-77(Mon) ?

1978

23-Jan-78(Mon)10-12 Shirai
Roger C. Schank, "Identification of Conceptualizations Underlying Natural Language",
Chapter 5 of Computer Models of Thought and Language, (1973).
13-Feb-78(Mon)10-12 Nakashima
Sussman & McDermott, "Why conniving is better than planning?",
Carl Hewitt, "PLANNER: A language for proving theorems in Robots",
1st IJCAI, pp.295-301, (1969).
3-Apr-78(Mon)10-12 Katagiri
Bobrow, Winograd, "An overview of KRL, a knowledge representation language"
28-Apr-78(Fri)13-15 Saito
David Marr, "A Theory of cerebellar cortex",
Journal of Physiology vol.202, pp.437-470, (1969).
29-May-78(Mon)13-15 Nakashima? or Shirai?
?
12-Jun-78(Mon)13-15 Suzuki
J.L.Peterson, "Petri Nets",
Computing Surveys vol.9, No.3(1977)
26-Jun-78(Fri)13-15 Katagiri
D.Rumelhart & D.A.Norman, "The Active Structural Network",
chapter 2 of Explorations in Cognition (1975).
7-Jul-78(Fri)13-15 Shirai
T.Winograd, Lecture 1 of Winograd's five lectures on AI.
21-Jul-78(Fri)10-12 Saito
Douglas B. Lenat, "Automated Theory Formation in Mathematics",
5th IJCAI, pp.833-842, (1977).
Douglas B. Lenat, "The Ubiquity of Discovery",
AI vol.9, pp.257-285, (1978).
(5-Aug-78 Nakashima left Japan.)
6-Oct-78(Fri)13-15 Suzuki
C.Hewitt & H.Baker, "Laws for communicating parallel processes",
Information Processing '77 IFIP, pp.987-992, (1977).
C.Hewitt & H.Baker, "Actors and Continuous Functionals", Draft.
27-Oct-78(Fri)13-15 Yokoo?
Patrick H. Winston, "Learning by Creating Transfer Frames",
AI vol.10, pp.147-172, (1978).
17-Nov-78(Fri)13-15 Katagiri?
Kenneth Kahn & G.Anthony Gorry, "Mechanizing Temporal Knowledge",
AI vol.9, pp.87-108, (1977).
1-Dec-78(Fri)13-15 Saito
R.J.D.Power and H.C.Longuet-Higgins,F.R.S.,
"Learning to count: a computational model of language acquisition",
Proc. R.Soc.Lond.B. 200, pp.391-417 (1978).

1979

12-Jan-79(Fri) -> 19-Jan-(Fri) Saito
R. L. Gregory, "Will Seeing Machines have illusions?",

Machine Intelligence ?, pp.169-177, (?).
9-Mar-79(Fri)?
around here the following book was intensively read.
rotation is Shirai Suzuki Yokoo Katagiri and Saito
Margaret Boden, "Artificial Intelligence and Natural Man",
The Harvester Press, Hassocks (1977).
Part I Introduction
1. What Is Artificial Intelligence?
Part II The Personal Dimension
2. Artificial Neurosis
3. Function and Failure in the Neurotic Program
4. Personal Politics and Ideology Machines
Part III Language and Understanding
5. Responding to Language
6. Intelligence in Understanding
7. Sense and Semantics
Part IV The Visual World
8. Adding the Third Dimension
9. Glimpses of the Real World
Part V New Thoughts from Old
10. Learnig
11. Creativity
12. Problem Solving
Part VI The Relevance of Artificial Intelligence
13. Psychological Implications
14. Philosophical Issues
15. Social Significance

17-Mar-79(Sat)10-12
12-May-79(Sat)15-17 -> 19-May-(Sat)15-17
2-Jun-79(Sat)15-17 Shirai
??LUNAR chapters 1-6
"Semantics and Quantification in Natural Language Question Answering",
Advances in Computers vol.17, pp.1-87, (1978).
23-Jun-79(Sat)14-16 Yokoo
ditto
(29-Jun-79 Nakashima came back)
(colby AI&NM around here, parallel ?)
7-Jul-79(Sat)14-16 Saito
J. Backus, "Can Programming be liberated from the von Neumann style?
A functional style and its algebra of programs",
CACM vol.21, no.8, (1978).
21-Jul-79(Sat)14-16
(Nakashima OWL + LMS around here)
1-Sep-79(Sat)14-16 Nakashima
Jon Doyle, "A Glimpse of Truth Maintenance System",
6th IJCAI, pp.232-237, (1979).
13-Oct-79(Sat)15-17 Saito
?
27-Oct-79(Sat)15-17 Katagiri
R.C.Schank, M.Lebowitz, and L.Birnbaum,
"Parsing Directly into knowledge structures",
6th IJCAI, pp.772-777, (1979).
17-Nov-79(Sat)15-17 Shirai
Wendy Lehnert & Yorick Wilks, "A Critical Perspective on KRL",
Cognitive Science vol.3, pp.1-28, (1979).
8-Dec-79(Sat)14-16 Yokoo
Daniel G. Bobrow & Terry Winograd, "KRL: Another Perspective",
Cognitive Science vol.3, pp.29-42, (1979).
22-Dec-79(Sat)14-16 Suzuki
T.Winograd, "Beyond Programming Languages",
CACM vol.22, no.7, pp.391-401 (July 1979).

1980

19-Jan-80(Sat)14-16 Nakashima
Jerry R. Hobbs, "Coherence and Coreference",
Technical Note 168, SRI Artificial Intelligence Center (August 1978).
2-Feb-80(Sat) 14-16 Katagiri
P.R.Cohen, "Elements of a plan-based theory of speech acts",
Cognitive Science vol.3, pp.177-212 (1979).
23-Feb-80(Sat)14-16 Saito
Douglas R. Hofstadter,
"Godel, Escher, Bach: Eternal Golden Braid", Chapter XI Brains and Thoughts,
Basic Books Inc. Publisher, (1979).
8-Mar-80(Sat) 14-16 Akiyama
Yasunaga, "Bunretsubyo-shojyokikou-nikansuru-ichi-kasetsu".
5-Apr-80(Sat) 14-16 Katagiri?
D.McDermott, "Planning and Acting",
Cognitive Science vol.2, pp71-109(1978).
19-Apr-80(Sat)13-15 Saito
Yuichiro Anzai and Herbert A. Simon, "The Theory of Learning by Doing",
Psychological Review vol.86, no.2, pp.124-140, (1979).
10-May-80(Sat)14-16 Shirai
R.Jackendoff, "Grammar as Evidence for Conceptual Structure".
24-May-80(Sat)14-16 Suzuki (Enter Aida)
Johan de Kleer, "The Origin and Resolution of Ambiguities in Causal Arguments",
6th IJCAI, pp.197-203, (1979).
7-Jun-80(Sat)14-16 Nakashima
R.Waldinger, "Achieving several goals simultaneously",
Stanford AI Center Technical Note 107.
21-Jun-80(Sat)13-15 Yokoo?
Steve Rosenberg & Bruce Roberts, "Coreference in a frame database",
6th IJCAI, pp.729-737, (1979).
Steven Rosenberg, "Reasoning in incomplete domains",
6th IJCAI, pp.734-737, (1979).
5-Jul-80(Sat)14-16 Akiyama
Kawamura, "Kotenteki-jyokenzuke-no-shinkei-kikou",
Shinkei-shinpo vol.22, no.5,(1978).
26-Jul-80(Sat)14-16 Katagiri
Hubert L. Dreyfus, "A Framework for misrepresenting Knowledge",
chapter 6 of Philosophical Perspective in Artificial Intelligence.

9-Aug-80(Sat)..11-Aug-80(Mon) AI summer seminar
Aaron Sloman, "The Computer Revolution in Philosophy:
Philosophy, Science, and Models of Mind",
The Harvester Press (1978).
1. Introduction and Overview
PART One Methodological Preliminaries
2. What are the Aims of Science?
3. Science and Philosophy
4. What is conceptural analysis?
5. Are Computers really relevant?
PART Two Mechanisms
6. Sketch of an Intelligent Mechanism
7. Intuition and Analogical Reasoning
8. On Learning about Numbers: Some Problems and Speculations
9. Perception as a computational process
10. Conclusion: AI and philosophical problems

6-Sep-80(Sat)14-16 Katagiri
Terry Winograd, "Extended Inference Modes in Reasoning by Computer Systems",
AI vol.13, no.1,2, pp.5-26, (April 1980). Special Issue on Non-Monotonic Logic

20-Sep-80(Sat)15-17 Saito
Drew McDermott and Jon Doyle, "Non-Monotonic Logic I",
AI vol.13, no.1,2, pp.41-72, (April 1980).

11-Oct-80(Sat)14-16 Saito
ditto

1-Nov-80(Sat)14-16 Shirai
R. Reiter, "A Logic for Default Reasoning",
AI vol.13, no.1,2, pp.81-132, (April 1980).

22-Nov-80(Sat)14-16 Shirai, Suzuki
R. Reiter, "A Logic for Default Reasoning",
AI vol.13, no.1,2, pp.81-132, (April 1980).
John McCarthy, "Circumscription - A Form of Non-Monotonic Reasoning",
AI vol.13, no.1,2, pp.27-39, (April 1980).

13-Dec-80(Sat)14-16 Nakashima
Drew McDermott, "The PROLOG Phenomenon",
SIGART pp.16-20, (July 1980).

1981

24-Jan-81(Sat)14-16 Matsukata
Masami Hagiya, "Yoiko no Hyperlisp"
Masahiko Sato, "Theory of Symbolic Expressions",
Technical Report 80-16, (Sep 1980).

21-Feb-81(Sat)14-16 Mizoguchi
Patrick H. Winston, "Learning and Reasoning by Analogy",
CACM vol.23, no.12, pp.689-703, (December 1980).

7-Mar-81(Sat)14-16 Aida
Keith L. Clark, "Negation as Failure",
from Logic & Date Base

28-Mar-81(Sat)14-16 Suzuki
Harold Boley, "A Preliminary survey of AI Machines",
SIGART pp.21-28, (July 1980).

11-Apr-81(Sat)13-15 Akiyama (Enter Matsubara)
Masterson, "A separation-Individuation Failure:Interpersonal",
chapter 3 of Psychotherapy of the borderline adult.
"Ishiki-no-shougai"

25-Apr-81(Sat)14-16 Ogasawara
Winograd, "What does it mean to understand language?",
Cognitive Science 4, pp.209-241

9-May-81(Sat)14-16 Katagiri?
?, Knowledge representation?

23-May-81(Sat)14-16 Saito
S.Turkle, "Computer as rorschach: Subjectivity and social responsibility",
MIT memo.

6-Jun-81(Sat)13-15 Shirai
H.Levesque & J.Mylopoulos, "a procedural semantics for semantic networks",
pp.93-120, Associative Networks(Findler ed.).

20-Jun-81(Sat)14-16 Suzuki (Enter Hori)
Alan Bundy & Bob Welham, "Using Meta-level Inference for Selective
Application of Multiple Rewrite Rule Sets in Algebraic Manipulation",
AI vol.16, pp.189-212, (1981).
Alan Bundy & Bob Welham, "Using Meta-level Description for Selective
application of Multiple Rewrite Rules in kAlgebraic Manipulation",
Working Paper 55, Dep. of AI Edinburgh Univ. (May 1979).

11-Jul-81(Sat)14-16 Nakashima
Hector J. Levesque, "A procedural Approach to Semantic Networks",
Technical Report No.105, Dep. of CS, Univ. of Toronto (April 1977).

18-Jul-81(Sat)14-16 Nakashima
ditto

1-Aug-81(Sat)..3-Aug-81(Mon) AI summer seminar
Hector J. Levesque, "A procedural Approach to Semantic Networks",
Technical Report No.105, Dep. of CS, Univ. of Toronto (April 1977).

12-Sep-81(Sat)14-16 Mizoguchi
Fernando C.N. Pereira and David H. D. Warren,
"Definite Clause Grammars for Language Analysis - A Survey of the
Formalism and a Comparison with Augmented Transition Networks",
AI vol.13, pp.231-278, (1980).

26-Sep-81(Sat)14-16 Mizoguchi
ditto

17-Oct-81(Sat)14-16 Katagiri
Robert W. Lawler, "The Progressive Construction of Mind",
Cognitive Science vol.5, pp.1-30, (1981).

7-Nov-81(Sat)14-16 Ogasawara
Richard E. Fikes, "Odyssey: A Knowledge-Based Assistant",
AI vol.16, no.3, pp.331-361, (1981).

(28-Nov-81(Sat)15-17 Kumon did not show up)

5-Dec-(Sat)15-17 Kumon
E.Charniak, "A Common Representation for Problem-solving and
Language-Comprehension Information",
AI vol.16, pp.225-255, (1981).

19-Dec-81(Sat)14-16 Saito
P.N. Johnson-Laird, "Mental Models in Cognitive Science",
Cognitive Science vol.4, pp.71-115, (1980).

1982

9-Jan-82(Sat)15-17 Shirai
Roger C. Schank & Christopher K. Riesbeck,
"Inside Computer Understanding: Five Programs plus Miniatures",
Chapters 5-8, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers (1981).

23-Jan-82(Sat)17-19 Suzuki
Larry Tesler, "The Smalltalk Environment", pp.90-147
James C. Althoff Jr.,
"Building Data Structures in the Smalltalk-80 System", pp.230-278
L Peter Deutsch,
"Building Control Structures in the Smalltalk-80 System", pp.322-346
BYTE vol.6, no.8, special issue on Smalltalk (August 1981).

6-Feb-82(Sat)13-15 Saito, Katagiri
Alan Borning, "The Programming Language Aspects of ThingLab,
a Constraint-Oriented Simulation Laboratory",
ACM Trans. on P. L. and Systems, vol.3, no.4, pp.353-387, (Oct 1981).

13-Feb-82(Sat)13-15 Nakashima
ditto

27-Feb-82(Sat)13-15 Hori
Albus, "Brains, Behavior, and Robotics",
BYTE books.

20-Mar-82(Sat)13-15 Nakashima
Ehud Y. Shapiro, "Inductive Inference of Theories From Facts",
Research Report 192, (February 1981).

10-Apr-82(Sat)13-15 Nakashima
ditto

17-Apr-82(Sat)13-15 Horimoto
Jurgen M. Janas & Camilla B. Schwind,
"Extensional Semantic Networks: Their Representation, Application, and Generation",
In Associative Networks (N. V. Findler ed.), pp.267-302, (1979).

(8-May-82(Sat)13-15 Matsukata postponed)
22-May-82(Sat)13-15 Matsubara
Paul S. Rosenbloom, "A World-Championship-level Othello Program",
CMU-CS-81-137, (August 1981).
1981 July issue of BYTE (related article).
5-Jun-82(Sat)13-15 Matsukata
Michael R. Genesereth, Russell Greiner, and David Smith, "MRS Manual",
Stanford HPP Memo HPP-80-24, (December 1980).
19-Jun-82(Sat)13-15 Mizoguchi
Mark Stefik et. al., "The Organization of Expert Systems, A Tutorial",
AI vol.18, pp.135-173, (1982).
3-Jul-82(Sat)13-15 Aida
Allen Newell, "The Knowledge Level",
AI vol.18, pp87-127, (1982).
17-Jul-82(Sat)13-15 Katagiri
Wendy G. Lehnert, "Plot Units and Narrative Summarization",
Cognitive Science vol.4, pp.293-331, (1981).

30-Jul-82(Fri)..1-Aug-82(Sun) AI summer seminar
Karl R. Popper & John C. Eccles,
"The Self and Its Brain -- an argument for Interactionism",
Springer International (1981).
Part I
P1 Materialism Transcends Itself Aida
P2 The Worlds 1,2 and 3 Katagiri
P3 Materialism Criticized Nakashima
P4 Some Remarks on the Self Goto
P5 Historical Comments on the Mind-Body Problem Saito
P6 Summary
Part II
E1 The Cerebral Cortex
E2 Conscious Perception
E3 Voluntary Movement
E4 The Language Centres of the Human Brain
E5 Global Lesions of the Human Cerebrum
E6 Circumscribed Cerebral Lesions
E7 The Self-Conscious Mind and the Brain Mizoguchi
E8 Conscious Memory:
The Cerebral Processes Concerned in Storage and Retrieval Matsubara
Part III
Dialogue I Sato
Dialogue II Shimada
Dialogue III Shirai
Dialogue IV Suzuki
Dialogue V Tada
Dialogue VI Terano
Dialogue VII Tomura
Dialogue VIII Nakagawa
Dialogue IX Kumon
Dialogue X Hori
Dialogue XI Matsukata
Dialogue XII Suzuki

21-Aug-(Sat)9-17
Karl R. Popper & John C. Eccles,
"The Self and Its Brain -- an argument for Interactionism",
Springer International (1981).
11-Sep-82(Sat)13-15 Kumon (Constraints start)
Judea Pearl, antonio Leal, and Joseph Saleh,
"GODDESS: A Goal-Directed Decision Structuring System",
IEEE Trans. on PAMI vol.PAMI-4, no.3, pp.250-262, (May 1982).

Constraints separately going

Guy Lewis Steele Jr.,
"The definition and implementation of computer programming language
based on Constraints",
MIT doctoral dessertation.
11-Sep-82(Sat)16-18 Shirai
25-Sep-82(Sat)16-18 Nakagawa?
9-Oct-82(Sat)16-18 Katagiri
30-Oct-82(Sat)16-18

Members as of 3-Jul-1982

Aida, Akiyama, Ogasawara, Katagiri, Kishi, Kumon, (Goto), Saito, Sato, Shimada,
Shirai, Suzuki, Tada, Terano, (Tomura), Nakagawa, Nakashima, Hori, Horimoto,
Matsukata, Matsubara, Mizoguchi, (Yokoo)

25-Sep-82(Sat)14-16 Saito
Patrick J. Hayes, "The Naive Physics Manifesto",
In Expert systems in the micro electronic age (D.Michie ed.), pp.242-287, (1979).
9-Oct-82(Sat)13-15 Shimada
R.Wilensky, "Meta-Planning: Representing and Using Knowledge About Planning
in Problem Solving and Natural Language Understanding",
Cognitive Science vol.5 ,pp.197-233, (1980).
30-Oct-82(Sat)13-15 Shirai
Reid G. Smith,
"A Framework for Distributed Problem Solving", chapters 1-3,
UMI research Press, Computer Science:Artificial Intelligence, No.10.
6-Nov-82(Sat)10-17 Saito, Mizoguchi, Matsubara
Karl R. Popper & John C. Eccles,
"The Self and Its Brain -- an argument for Interactionism",
Springer International (1981).
13-Nov-82(Sat)13-15 Terano
Reid G. Smith,
"A Framework for Distributed Problem Solving", chapters 4-7,
UMI research Press, Computer Science:Artificial Intelligence, No.10.
4-Dec-82(Sat)13-15 Suzuki
Giuseppe Attardi & Maria Simi, "Extending the Power of Programming by Examples",
Proc. of SIGOA Conference on Office Information Systems, pp.52-66, (June 1982).
18-Dec-82(Sat)13-15 Nakagawa
M.P.Georgeff, "Procedural Control in Production Systems",
AI vol.18, pp.175-201, (1982).

1983

8-Jan-83(Sat)15-17 Nakashima
Hideyuki Nakashima, "A Knowledge Representation System: Prolog/KR",
Doctral Thesis submitted to the University of Tokyo (1982).
22-Jan-83(Sat)14-16 Nakashima
ditto
29-Jan-83(Sat)14-16 Nakashima
ditto
5-Feb-83(Sat)14-16 Hori
P.H.Winston, "Learning New Principles From Precedents and Exercises",
AI vol.19, pp.321-350, (1982).
26-Feb-83(Sat)13-15 Hashida
Koiti Hashida, "A Real-time Syntacitc Analysis of Natural Languages",
M.Sc Thesis submitted to the University of Tokyo (Jan 1983).

19-Mar-83(Sat)13-15 Hashida
ditto
2-Apr-83(Sat)15-17 Hiraga
Drew McDermott, "A Temporal Logic for Reasoning About Processes and Plans",
Cognitive Science, vol.6, pp.101-155, (1982).
16-Apr-83(Sat)15-17 Hiraga
ditto
7-May-83(Sat)15-17 Matsukata
Ryszard S. Michalski, "A Theory and Methodology of Inductive Learning",
AI vol.20, pp.111-161, (1983).
21-May-83(Sat)15-17 Matsukata
ditto
28-May-83(Sat)15-17 Matsubara
Gerald Jay Sussman and Guy Lewis Steele Jr., "CONSTRAINTS -- A Language
for Expressing Almost-Hierarchical Descriptions",
AI vol.14, pp.1-39, (1980).
11-Jun-83(Sat)15-17 Aida
Lewis M. Norton, "Automated Analysis of Instructional Text",
AI vo.20, pp.307-344, (1983).
25-Jun-83(Sat)15-17 Katagiri
Jean Mark Gawron et al.,
"Processing English with a Generalized Phrase Structure Grammar",
ACL Annual Conference, pp.74-81, (1982).
(Association for Computational Linguistics)
9-Jul-83(Sat)15-17 Tanaka
Takushi Tanaka, "Representation and analysis of electrical circuits
in a deductive system",
Proc. IJCAI, Karlsruhe, W.Germany. (1983).

18-Aug-83(Thurs)..21-Aug-83(Sun) AI Summer Seminar
Douglas R. Hofstadter, Daniel C. Dennett,
"The MIND'S I Fantasies and Reflections on Self and Soul",
Basic Books Inc. (1981).
I. A Sense of Self Hori, Kishi, Kumon
II. Soul Searching Shirai, Nakashima, Hiraga
III. From Hardware to Software Hashida, Yokoi, Aida
IV. Mind as Program Matsubara, Matsukata, Terano
V. Created Selves and Free Will Saito, Katagiri, Nakagawa
VI. The Inner Eye Shimada, Shinohara, Tada

10-Sep-83(Sat)15-17 Kishi, Shirai
Robert C. Berwick, "Introduction: Computational Aspects of Discourse",
Chapter 1 of ?
17-Sep-83(Sat)14-16 Shimada, Shinohara, Tada
Douglas R. Hofstadter, Daniel C. Dennett, "The MIND'S I",
Chapter VI. The Inner Eye, Basic Books Inc. (1981).
1-Oct-83(Sat)15-17 ?
?
8-Oct-83(Sat)15-17 Kishi, Shirai
Robert C. Berwick, "Introduction: Computational Aspects of Discourse",
Chapter 1 of ?
22-Oct-83(Sat)15-17 Kishi, Shirai
ditto
5-Nov-83(Sat)15-17 Saito
Ken Forbus, "Qualitative Process Theory",
MIT AI Lab Memo No.664, (Feb 1982, Revised June 1983).
19-Nov-83(Sat)15-17 Shinohara
Marvin Minsky, "Jokes and the Logic of the Cognitive Unconscious",
MIT AI Memo, No.603, (1980).
17-Dec-83(Sat)15-17 Shimada
Douglas B. Lenat, "The Nature of Heuristics",
AI vol.19, pp.189-249, (1982).
"Theory Formation by Heuristic Search
The Nature of Heuristics II: Background and Examples",
AI vol.21, pp.31-59, (1983).
"EURISKO: A Program That Learns New Heuristics and Domain Concepts
The Nature of Heuristics III: Program Design and Results",
AI vol.21, pp.61-98, (1983).

1984

7-Jan-84(Sat)15-17 Tanaka
Zohar Manna and Amir Pnueli,
"Verification of Concurrent Programs, Part I:The Temporal Framework",
Research Report No.STAN-CS-81-836, (June 1981).
28-Jan-84(Sat)15-17 Nakagawa, Terano
Jon Doyle, "A Society of Mind
Multiple perspectives, reasoned assumptions, and virtural copies",
8th IJCAI, pp.309-314, (1983).
18-Feb-84(Sat)15-17 Nakashima
Yorick Wilks and Janusz Bien,
"Beliefs, Points of View, and Multiple Environments",
Cognitive Science, vol.7, pp.95-119, (1983).
25-Feb-84(Sat)15-17 Terano
?, "XPLAIN",
AI, vol.21, no.3, pp.285-?, (?).
10-Mar-84(Sat)15-17 Hiraga
Derek Bickerton, "Creole Languages",
Scientific American, vol.249, no.1, (July 1983).
31-Mar-84(Sat)15-17 Hashida
Dedre Gentner, "Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy",
Cognitive Science, vol.7, pp.155-170, (1983).

6-Apr-84..8-Apr-84 AI Spring Seminar
J. Fodor, "Modularity of Mind"

21-Apr-84(Sat)15-17 Hori
Patrick H. Winston, Thomas O. Binford, Boris Katz and Michael Lowry,
"Learning Physical Description from Functional Definitions,
Examples and Precedents",
Stanford Report No.STAN-CS-82-950 or MIT AI Memo No.AIM-349
12-May-84(Sat)15-17 Aida
Joxan Jaffar, Jean-Louis Lassez and John Lloyd,
"Completeness of the Negation as Failure Rule",
Proc. of the 8th IJCAI, pp.500-506, (1983).

26-May-84(Sat)15-17 Matsubara
Josef Psotka,
"Perceptual Processes That May Create Stick Figures and Balance",
Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance,
vol.4, no.1, pp.101-111, (1978).
16-June-84(Sat)15-17 Kishi
Paul Lefrere, "Text Processing",
chapter 13 from Artificial Intelligence - Tools, Techniques,
and Applications by Tim O'Shea and Marc Eisenstadt, Harper & Row.
7-July-84(Sat)15-17 Koyama
William A. Lornfeld, "Equality for Prolog",
Proc. of the 8th IJCAI, pp.514-519, (1983).
21-July-84(Sat)15-17 Saito
?