

# 「コモンセンス知識」をAI研究のドライビングフォースに "Commonsense Knowledge" as a Driving Force for AI Research

竹林洋一  
Yoichi Takebayashi

静岡大学創造科学技術大学院  
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

When McCarthy and other pioneers founded the Artificial Intelligence research in 1956, the realization of "a computer with commonsense" was the most important theme. While AI research has grown then, robots with the intelligence of the child 4-year-old have not been realized. Because they do not have child's commonsense which is very complicated. Our research group decided to focus on the commonsense of children in the developing stage. We have been discussing cornerstone knowledge "commonsense" from various viewpoints. The commonsense knowledge plays important roles in various fields, including parenting support, language acquisition, developmental disabilities, cross-cultural communication, as a driving force for AI research.

## 1. はじめに

人工知能研究は 1950 年代に困難な問題を次々と解決してスタートした。その当時 AI 技術の高度化により、多くの問題が容易に解決できると考えられていた。しかし、人間が困難と思うような問題の解決は簡単であり、逆に、簡単そうに思える問題の解決が困難であることが次第に分かってきた。専門家は特定分野の困難な問題を高々数千程度の知識やスキルで解決できるのに対して、5 歳の子どもの日常行動は、何百万以上のコモンセンス知識を学習し、それらを組織化し、「いつ」、「どのように」使うかという高次の知識(知識の知識)も身に付ける必要があるからである[Minsky 2009].

ロボットの研究が近年盛んであり、人間らしく振舞ったり、特定の業務を支援できるロボットが開発されている。しかし、それは人間の脳活動や思考と全く異なるメカニズムで動いているので、数十年前の AI や音声理解の研究と同様の問題を包含しており、5 歳の子どもの簡単な動作を臨機応変に真似できない。現状のロボットは、プログラムで指示された通りに動作しているからである。このため、子どもなら誰でも持っているコモンセンス知識がないので、多様な環境に適応しながら成長することはできない。「常識的な思考」のできる気の利いたロボットの実現に向けて、人間のコモンセンス知識と、その利用法についての知識の構築が必要である。

本稿では、コモンセンス知識が学術的・技術的にいかに重要であるかを述べることによって、研究会の位置付けを示す。そして、これまでの活動から、社会や学会へどのように貢献できるのか論じる。

## 2. コモンセンス知識とは

「私たちは科学者や芸術家に敬意を払うが、私たち自身が日常生活で膨大なコモンセンスを使って、臨機応変に考え行動していることの偉大さに気づいていない」と、ミンスキーは指摘している[Minsky 2009]. 1956 年にマッカーシー、サイモン、ミンスキー、シャノン他の第一線の情報関連の研究者が人工知能(AI)について議論したダートマス会議に始まり、AI 研究はコンピュー

タの進歩とともに、ニューラルネット、知識処理、情報検索などで若い研究者を魅了しながら発展し、最近ではロボットの研究が活発化している。人間と柔軟にコミュニケーションできる気の利いたロボットやヒューマンインタフェースを実現するためには、人間中心の視点で複雑で膨大なコモンセンス知識を計算機で扱うことが不可欠である。人間の心の働きを考慮することによって、PUI (Perceptual User Interface) の実現やヒューマンエラーやユニバーサルデザインといった高度なシステム設計においても寄与するものと考えられる[Norman 02]. しかし、その基盤となる根源的コモンセンス知識の研究は手探り状態というのが現状である。

一般人にとって困難と思うような問題はコンピュータには簡単であり、一見して簡単そうに思えるような常識的な問題の解決は困難なのである。現状のロボットは、特定分野の特殊な問題を解決する能力は高いが、人間のように柔軟ではない。なぜなら、専門家は高々数千程度の特定分野の知識やスキルを身につけるだけで仕事ができるのに対して、人間の4歳の子どもの常識的能力は、何百万という知識やスキルの断片を学習し組織化することにより、初めて身につくのである。さらに、子どもはこれらの知識を、「いつ」、「どのように」使うかという高次の知識(メタ知識)や社会性までもコモンセンス知識として学習するのである。

人工知能においてコモンセンスの研究は重要課題であったにもかかわらず、この 20 年余りの間ほとんど進歩しなかった。多くの研究は、ヒューリスティクスよりも統一理論や特定のアルゴリズム開発に特化し、ロジック、ニューラルネット、HMM、統計学など、専門の枠組みの中で遂行されてきた。しかしこのような方法では研究分野を超えた成果の集約は難しく、研究分野ごとのベクトルは交わらない。

## 3. 研究会の目指すもの(多様な観点の融合による常識知の構造化)

本研究会は、「コモンセンス知識」を旗印に異分野研究者や実務家が互いに学び意見を述べやすい体制作りを進めると共に、コンセプトに共感した多くの研究者との相互作用を生み出す研究活動の場となっている。「そもそもコモンセンス知識とは何か」という議論から出発して問題意識を共有し、さまざまな角度からの率直な議論を重ねてきた。人間の持つ最も根源的な知性の解明とその計算機システムへの応用に正面から取り組む

連絡先: 竹林洋一, 静岡大学創造科学技術大学院, 〒432-8012 静岡県浜松市中区城北 3-5-1, TEL& Fax: 053-478-1486, Email: takebay@takebay.net

アプローチをとるため、人工知能に関わるおおよそ全ての研究分野をカバーした、学際的な研究活動を展開する。

学際研究が思うように進まない原因の一つは、個々の研究者が領域固有のコモンセンスに依って発言し、高次のインタラクションに発展しないことである。発達研究に関して言えば、心理学や社会学、認知科学等の多様な学問領域で知見が蓄積され研究が深化を遂げ、行動分析のための大量の映像や種々のセンサーデータを統合的に扱うメディア処理やロボティクスなど各種の技術が進化しているが、専門分野の細分化により研究コミュニティ間のコミュニケーションギャップが拡大している(図1参照)。「コモンセンス知識」は、専門分野の接着剤となる。専門分野における言語の違いを明らかにし、その差を埋めながら新たな表現を設計する深化成長を促すことができると考えている。

そのような専門の垣根を取り除き、研究者同士が良い相互作用を生み出せるための工夫を研究会を通して行なってきた。個々の人間の知能は、遺伝的・本能的に組み込まれたものから始まり、所属する文化的・社会的な種々のコミュニティの影響を受け深化成長し、構築される。これまでの研究会活動で多種多様なコミュニティが交わり、幼児のコモンセンス知識の形成には、コミュニティの価値観や倫理観に関わる「コモンセンス知」も重要であるという新たな視点が産まれた。2010年6月に長崎で開催のJSAI2010では、「コモンセンス知の構築:個人から組織・コミュニティまで」と題するオーガナイズドセッションを開催し、さまざまな分野の観点からコモンセンス知識とは何かという活発な議論を行った。講演内容を以下に列挙する。

- 母子インタラクション分析に基づく言語習得
- 音声コミュニケーションの変復調モデル
- 主観知の相対化認知過程としての異文化接触行動
- 子どもの社会的思考の発達
- 実体験の学習による知識獲得支援
- スポーツシミュレータによるコモンセンス知の発掘手法
- 番組制作知に基づくカメラ撮影支援
- 音声IF応用のためのコモンセンス知識の利用
- 企業の価値観
- コモンセンス知の構造化

上記の企画セッションが一つの契機となり、コミュニケーション、地域やコミュニティなどの文化、言語、発達、学習、アプリケーションといった種々の研究領域を単なる融合ではなく、深化成長させるための可能性をもたらした。このような展開の基、コモンセンス知識の記述フレームワークを設計し、研究プラットフォームの

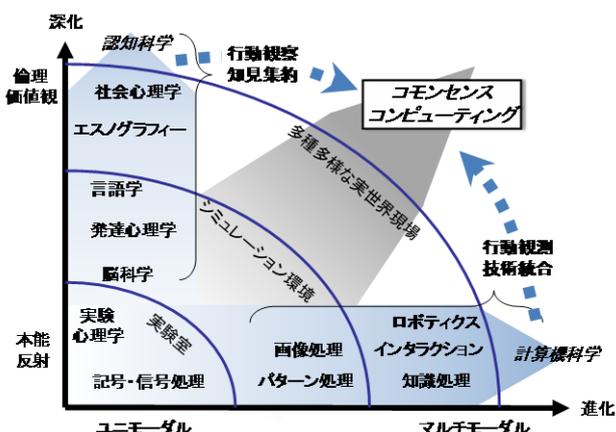


図1. 学際研究の統合

構築と提供を行うことを考えている。本研究会は、人間の自然知能の探求と工学的・社会的応用に向け、研究対象を「幼児(=就学前の小児)」に絞って研究・議論を重ねてきた。コミュニティなどの社会環境と発達の関係を長期的な視点で捉え、いじめや発達障害への対処など社会的要請も考慮すると、幼児だけでなく乳児、幼児、児童、青年などを包含する「子ども」全般に目を向けることで、社会問題への貢献も視野に活動の幅と深さを広げることができる。このような観点から、2011年4月に「子どものコモンセンス知識研究会」と名称変更した。

また、研究会などでの講演・発表・意見交換の様子は映像で記録し、Webコンテンツとして研究会Webサイト\*1にて提供している。招待講演を中心に映像コンテンツを制作しており、研究会登録者限定で公開している。予稿集を発行する代わりに、講演者の発表資料をWebページで提供しており、映像コンテンツと併せて現場の雰囲気を共有するのに役立っている。研究会は必ずしも会議室で行うものではなく、Webの技術が飛躍的に向上する昨今、インターネットを介した会議の方式や、状況提供の方法を工夫していく必要がある。専門家同士の多様な関わり方をデザインし、活発な議論を促進するためのシステムを試験的に運用しながら、新たな研究会活動の場を提供していこうと考えている。

#### 4. CCK 研究会の挑戦

CCK 研究会では、研究会が単なる出会いの場ではなく、互いの知を集約し、新たな価値を創造するための知識創造の場となることを目指す。また、コモンセンス知識を定義するのではなく、アプリケーションを見据えて知識を構造化し、収集し、適切な表現で社会的サービスを提供する。本研究会はそのような場を作ることを検討し始めており、知識の循環サイクルを実践することで、人工知能研究へ貢献するものとする。

##### 4.1 異分野のコモンセンス知識の集約

異分野間の共通言語を作り、形式化していくアプローチにより、分野間だけで語られている抽象概念を多面的に表現することができる。本研究会は、アプリケーションを想定した上で、コモンセンス知識を研究会を通して蓄積する。コモンセンス知識の収集を目的としたプロジェクトとして、MITのOpen Mind Common Sense Projectが挙げられる[Singh 02]。日常生活で誰もが使える汎用的なアプリケーションを想定し、実世界のあらゆる知識を知識表現の構造で収集・活用するためのプロジェクトである。その一環として、対象をIndoorに絞ったIndoor Common Sense<sup>\*2</sup>の収集も進められており、そのデータを活用した研究成果も得られてきている[Speer, 小川]。

本研究会では、JSAI2010のオーガナイズドセッションで行ったように、コモンセンスを旗印に、研究領域にとらわれず、さまざまな知識の収集を進める。子ども研究は学際研究であるため、子どもを軸にさまざまな領域との「違い」や「特徴」を明らかにし、研究会を通してコモンセンス知識を収集するというアプローチを実践する。これまでの研究テーマは、研究会を深化成長させる上で主要な観点となる。これまでの研究テーマを例に、期待する議題について述べる。

発達研究は、心の働きを時間的な差で子どもを理解しようとする方法だが、特に社会性という観点での研究が盛んになって

\*1 子どものコモンセンス知識 Web サイト  
<http://sig-cck.jp/>

\*2 Open Mind Indoor Common Sense:  
<http://openmind.hri-us.com/>

きている。社会性を理解するためには、環境や他者の影響を詳細に分析することが必要である。安梅らは保育環境における子どもの心の発達についてのコホート研究を行なっている[安梅 05]。また、双生児の遺伝的な側面と行動・環境との関係についての研究 [安藤 11]や、霊長類との認知機能の比較による研究 [中村 09]もその主要なアプローチである。佐藤らは、語彙習得の知見を蓄積し、教材や指導方法などの教育的な応用へ活用するために、第二外国語や語彙獲得といった言語習得をテーマに研究を進めている[佐藤 07]。

また、発達障害児のための社会環境の整備も喫緊の課題である。発達障害児理解のために、心の働きや脳機能、環境デザイン、教育デザインについて小児科医という立場から知識を提供し、健常児と発達障害児との比較から知の解明にアプローチしている[小西, 榎原]。学校などの現場や家庭で起こっていることはまだ明らかになっていないことが多く、今後、工学、現場、医療の連携を進めて知の蓄積を行う必要がある。高塩らは、脳性麻痺児の活動領域を広げるための車椅子を開発し、脳性麻痺児のモチベーションが向上したことを見出している [高塩 11]。工学と現場との良い実践例が出始めており、今後そのような議論が本研究会を通してますます多くなることを期待している。

高齢者の加齢に伴う心の働きの変化といったテーマも、発達の一環として捉え、子どもの発達研究と関連付けて研究が行われ始めている[石川 12]。子育て支援と同様に、加齢支援を行うことで相乗効果が生まれ、思いやりのある社会の実現に貢献できると考えられる。

このような研究は、日常生活の行動や環境を緻密に調査し、外界との関わりをさまざまな視点で分析するため、近年盛んになってきている脳機能計測技術だけでは一部の単純な側面だけしか説明できない[榎原 09]。そのため、人間を通して心の働きや、社会環境を明らかにするための研究方法論を含めて、多面的にコラボレーションを深めていきたい。

#### 4.2 コモンセンス知識の構造化

主観的な知識を客観化するための方法論として、心理学研究を中心とした実験的手法が発展してきた。しかし、人間の社会性が重要視され始め、自発的な振る舞いを対象に、仮説を発見し、検証するための研究手法としての観察研究の必要性が指摘されている[Tomasello 11]。社会性を考慮するためには、次のような研究課題を解決していく必要がある。

- 行動分析の方法論
- 社会環境や他者の違いによる状況依存性
- 個人ごとの思考の違い
- 行動と思考の関係
- モデル、理論の構築方法
- 心の表現方法
- データの再検証

このような課題を解決していくために社会学では、エスノメソドロジーという手法が発展してきおり[Garfinkel 67]、現場でのフィールドワークに基づいた研究成果が出てきている。しかし、エスノメソドロジーは研究機関ごとの方法に依存しており、結果が調査方法によって異なるため、研究者とシステム設計者との連携によるプラットフォームが求められている[Crabtree 09]。すなわち、多くの参加者が使えるプラットフォームを構築し、種々の研究領域の知見を持ち寄ってデータを検証し、仮説を積み上げていける仕組みが必要である。

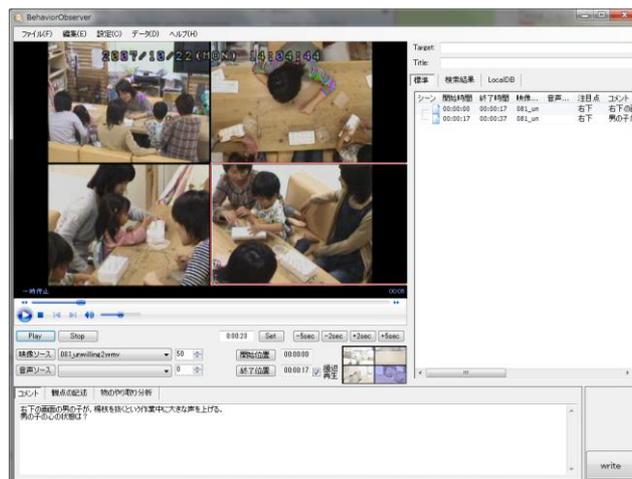


図 2. マルチモーダル行動観察ツール

そこで、このようなプラットフォーム構築をスタートアップするために、2012年2月に「子どもの行動観察ワークショップ」と題する研究会を開催した。図2は、観察のプラットフォームとして提供した行動観察ツールである[桐山 11]。本ツールは、映像に対して注釈を付与し、過去に遡って注釈付けた意見を検索できる機能に加え、コメントを Web 上に集約し、同じ映像に対して複数の意見を参照できる仕組みを有している。行動をアノテーションするための有用なツールは多く存在するが[Anvil, Elan]、本ツールは記述したものをどのように活用するか、という問題意識から発展してきたものである。本ワークショップを通して、さまざまな立場の研究者の問題意識を共有し、なぜそこに着目したのか、どういった仮説が立てられるかといった、課題に対して共通のプラットフォームを通して議論することの重要性を確認した。また、このようにデータを常に共有できる環境に置くことによって、状況依存性の高い日常生活の行動への意味付けにおいても仮説とデータの検証を多重に行う環境としても活用できるものになると考えられる。

構造化データをどのように評価するかということも大きな課題である。本研究会は、コンピュータサイエンスの果たす役割は大きいと考えている。analysis-by-synthesis の手法を用いた行動記述の可能性を探る研究が行われており[長尾 12]、蓄積された知識をコンピュータで表現することで、このような課題にも貢献できると期待する。

#### 4.3 社会での知の活用

研究会の活動により、知識の深まりを実践することと同様に、知識の社会還元によって社会に役に立つコンテンツを提供することは今後の学会活動においても重要となってくる。本研究会では、このような方針に賛同した研究発表者に協力を要請し、子育てに携わる養育者に向けて、専門の立場から得られた知見を解説する映像コンテンツを子育て支援 Web サイト<sup>\*3</sup>で提供している(図3)。本 Web サイトは、子育ての問題を複数の観点で多面的に捉え、各ユーザが自らの子育てのあり方や目標を考えるために役立つ情報を提供することを方針に、専門家同士のリンクや子どもの実際の振る舞いの映像と関連付けて閲覧する

\*3 子育て支援 Web サイト<子育て浜松フォーラム>

<http://kosodate-forum.jp/>



子ども学:小林登氏 人工知能:M. Minsky氏



発達障害:小西行郎氏 言語習得:佐藤久美子氏

図 3. 子育て支援 Web サイトで解説している研究会発表者. 左上: 第 10 回研究会発表者の小林登氏, 右上: 第 2 回研究会発表者の Marvin Minsky 氏, 左下: 第 8 回研究会発表者の小西行郎氏, 右下: 第 5 回研究会発表者の佐藤久美子氏

ことができる.

このような試みは, 一般視聴者からのフィードバックを得ることができ, 専門家の知識の偏りや新たな視点を得られる蓋然性も高い. また, 専門家と一般視聴者のコモンスenseのギャップを把握することにもつながると考えられる. 学問的な知識の深まりは社会の理解へ応えることと必ずしも一致しないが, 少なくとも両者の共有できる知識を専門家が把握し, 社会のニーズに適切に応えられる体系が必要である. 本研究会のこのような知識の社会還元は, 研究者の社会への説明責任などが問われるなか, アウトリーチ活動の一環としての役割も果たしていくものと期待する.

## 5. おわりに

本稿ではコモンスense知識とは何か, 技術的な課題や研究会としての取り組みについて論じた. コモンスense知識を人工知能研究のドライビングフォースと考え, 多様な研究者同士が連携することで価値創出を促進する深化成長型の研究会を実践してきた. 研究会参加者の間で「想い」と「知識情報」を共有しながら, 真に学際的なコモンスense研究を推進していく. 自然知能と人工知能の融合研究を活性化することにより, 人間の根源的コモンスense知識を考慮した幼児教育や情報システム・ロボットの高度化を進め, 安心・安全で豊かな社会の実現に向けて貢献していきたい.

## 参考文献

[Anvil 09] Kipp, M.: Anvil - A generic annotation tool for multimodal dialogue, Proc. 7th European Conference on Speech Communication and Technology (Eurospeech), pp. 1367-1370, 2001.  
 [Elan 09] Elan: <http://www.lat-mpi.eu/tools/elan/>  
 [Crabtree 09] Crabtree, A., et al.: Ethnography considered harmful, Proc. CHI 2009, ACM Press, 2009.

[Speer 04] Speer, R., et al.: AnalogySpace: Reducing the Dimensionality of Common Sense Knowledge, In AAAI, 548-553, 2008.  
 [Garfinkel 67] Garfinkel, H.: Studies in ethnomethodology, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1967.  
 [Norman 02] Norman, D.A.: The design of everyday things, basic books, 2002.  
 [Minsky 09] Minsky, M. (竹林洋一訳): ミンスキー博士の脳の探検—常識・感情・自己とは—, 共立出版, 2009.  
 [Singh 02] Singh, P., et al.: Open Mind Common Sense: Knowledge acquisition from the general public. Proc on Ontologies, Databases, and Applications of Semantics for Large Scale Information Systems. Lecture Notes in Computer Science. Heidelberg: Springer-Verlag, 2002.  
 [Tomasello 11] Tomasello, M., and Call, J.: Methodological challenges in the study of primate cognition, Science 2 December 2011:334(6060), 1227-1228, 2011.  
 [安藤 11] 安藤寿康: 双生児研究と心の遺伝, 日本社会精神医学会雑誌, 20, pp.323-330, 2011.  
 [安梅 05] 安梅勅江, 他: 子どもの発達への子育て環境の影響に関する5年間追跡研究, 子ども環境学研究, 1(1), pp. 25-32, 2005.  
 [石川 12] 石川翔吾, 他: 高齢者の退化理解のためのマルチモーダル行動コーパスの利用, JSAI2012, 2I1-R-4-3, 2012.  
 [小川 12] 小川 慧, 他: 高齢者の生活動作モデルを用いた空間調和サービス, インタラクション 2012, 1EXB-54, 2012.  
 [小西 03] 赤ちゃんと脳科学, 集英社新書, 2003.  
 [桐山 11] 桐山伸也, 他: CODOMO-viewer 複数の観点で発達を捉える行動コーパス観察システム, A viewer for Corpus-Oriented Development Observation from Multiple Objectives, チャイルド・サイエンス, vol.7, pp.44-49, 2011.  
 [榎原 04] 榎原洋一: 子どもの脳の発達 臨界期・敏感期, 講談社, 2004.  
 [榎原 09] 榎原洋一: 脳科学の壁, 講談社, 2009.  
 [佐藤 07] 佐藤久美子, 他: 日本語母語乳児の文中からの単語切り出しにおけるアクセントと音素配列の役割, 音声研究, 11, pp.38-47, 2007.  
 [高塩 11] 高塩純一: 特別なニーズを持つ子どもたちの電動移動機器トレーニング, リハ工学カンファレンス講演論文集, 2011.  
 [長尾 12] 長尾貴正, 他: 子ども発達研究のためのマルチモーダル映像記述フレームワーク, JSAI2012, 3L1-R-12-8, 2012.  
 [中村 09] 中村徳子: 比べてわかるヒトらしさ—チンパンジーにもできること・ヒトにしかできないこと—, チャイルド・サイエンス, pp.24-27 2009.