

(2016年11月16日ご講演)

コグニティブ・コンピューティングの実践に向けて

日本アイ・ビー・エム株式会社
執行役員 研究開発担当 久世和資委員

世界に広がる IBM の研究部門

本題に入る前に、IBM の基礎研究所について説明する(資料 p.2)。基礎研究所の拠点は、ここ4年間で5つ増やして13カ所となった。基礎研究員の総人数は約3,000名と、20年以上ほとんど変わっていない。ヘッドクォーターはニューヨークの郊外にある TJ ワトソン研究所で、JFK 空港から車で約1時間半である。その後、スイスのチューリッヒ研究所、イスラエルのハイファ研究所が設立され、東京の基礎研究所は世界で4番目に開設された。さらに、西海岸のアルマデン、中国、インド、それからテキサスのオースチンの研究所がオープンした。この8カ所で長年やっていたが、ここ4年で、ブラジルのリオデジャネイロとサンパウロ、オーストラリアのメルボルン、アイルランドのダブリン、ケニアのナイロビに新たに開設された。最近、南アフリカのヨハネスブルグにも設立された。ワトソン研究所を中心に、13カ所の基礎研究所が、グローバルで連携しながら、分野ごとの戦略策定と研究プロジェクトの推進をしている。

現在の基礎研究の戦略の中で、コグニティブ・コンピューティングが重要な分野のひとつとなっている。システムや脳型チップまで入れると、約半数が、コグニティブ・コンピューティングの研究に関連している。

過去の IBM の研究所の成果には70年のリレーショナルデータベース、80年のRISCなどの他、6名のノーベル賞を受賞した成果も含まれる(資料 p.3)。97年には、Deep Blue というチェスをするコンピュータを開発し、当時の世界チャンピオンに勝利した。その後、Blue Gene という世界最速で、最高レベルの省エネのスパコンの研究開発も行った。

新しいコンピューティングの時代に向けて

現在の IT では、コンピュータにさせたい仕事があって、仕様を決めて、設計して、プログラムを作って、データを入力して、実行する。ところが、今やデータの種類も量も急激に増えているし、実行したい仕事や新しいアプリケーションも飛躍的に増えている。通常の IT の開発サイクルでは、間に合わないため、システムが自ら、必要なデータを取ってきたり、計算ロジックを最適化していくような仕組みが必要になる。これが、我々が主張するコグニティブ・コンピューティングである。コグニティブとは認知するとか、認識するといった意味がある。

構造化データは、企業の基幹システムで利用されるデータであるが、それ以外の映像、画像、自然言語といった非構造化データが、急激に増えていて、2020年には合わせて、44zetta bytesになると言われている（資料 p.5）。これがコグニティブ・コンピューティングやAIのきっかけとなっている。

Watson: コグニティブ・コンピューティングへの挑戦

コグニティブ・コンピューティングの最初のプロジェクトとなったのが、Jeopardy!というアメリカのクイズ番組で、2011年に最強チャンピオン2人と対戦したWatsonシステムの研究開発であった（資料 p.6）。IBMの基礎研究所には、グランドチャレンジというプログラムがあり、5年から10年先に実現できるかどうかといった難しい課題に取り組むことを進めている。約10個のプロジェクトが、グローバルで実施されており、このJeopardy!に参戦したWatsonもグランドチャレンジの一つとして、2006年に開始された。Jeopardy!は50年以上も続いている人気番組で、月曜から金曜の夕方、毎日30分放映される。3人の対戦者が、早押しで、回答権を得たら答える（資料 p.7）。難しさに応じて賞金が付いていて、6個のカテゴリー、5段階、5×6で30問を2ページ分やるので60問が出題される。最終的に賞金額が多い人が優勝する。歴代のチャンピオンの2人は、74勝しているケン・ジェニング氏と、この番組で3億円稼いでいるブラッド・ラター氏である。

Watsonの開発コアチームは約30名で、日本からも東京基礎研究所の武田氏と金山氏が参画した。他にも、数百人規模で研究者やエンジニアがプロジェクトに参加した。東京の研究所は、自然言語処理やテキスト分析には強く、グローバルで、この分野をリードしている。東京基礎研究所で、TAKMI（タクミ）というテキストマイニングのツールを20年前に開発した。TAKMIから、IBM Contents Analytics (ICA)という17カ国語の自然言語で記述された文章を分析・解析する製品を開発し、世界中で利用されている。現在は、Watson Explorerという製品になり、Watsonの非常に重要なコンポーネントになっている。

番組の画面下にテロップが出て、Watsonが計算した数百以上の回答候補のうち、確信度の高いトップ3が表示される。確信度は、Watsonが計算したもので、回答候補の自信のレベルを示す。回答権を得るボタンを押すか押さないかもWatsonが決めており、押すと決めたら、アクチュエーターで空気を送ってボタンを押し、回答権を得たら答える。

実際歴代チャンピオン二人との対戦には、勝つことができた。しかし、Watsonの開発が始まった当初は、なかなか厳しい状況であった（資料 p.8）。出題数60問に対して、回答権を得た数と、その正答率を表示したグラフがある。2006年にプロジェクトを始めたとき、過去問を使って、正答率を測定した。Watsonに全問答えさせると、正答率が14%で、Watsonの自信がある問題だけ答えさせても46%といった状況であった。翌年の2007年12月には少しよくなり、2009年頃までは正答率が大きく上がっていったが、それ以降は、正答率は少しずつしか改善できなかった。2011年2月に対戦したが、3か月前の2010年11月では、まだチャンピオンが有利だった。ただ、2011年2月のテレビ局による生放送は

確定していたし、IBM100周年の記念イベントの一つであったので、辞退したり、延期できる状況ではなかった。本当に勝てるか100%自信があったわけではなかったというのがこのグラフからよく分かる。

Watson とは？

次に Watson の仕組みについて説明する（資料 p.9）。例えば、「ワインの生産が世界で上位 5 カ国のうち、その国の首都が最も北にある」という問題があるとする。人間は、地図上の位置を大体理解しているが、コンピュータは地図上での位置情報は持たない。Watson は、まず、何が回答として問われているかを計算する。この例では国が問われていることが分かり、まずは答えの候補をできるだけ多く用意する。この場合だと、世界中にある国を全て挙げる。次に答えのヒントとなる条件の「ワインの生産が上位 5 位」や、「一番北に首都がある」などをもとに、Watson が保有する約 2 億ページ分のデータから調べる。これはウィキペディア、新聞、雑誌、聖書など、いろいろな情報ソースをベースにしている。このデータから回答候補を絞り込み、確信度も計算する。最終的に確信度の高いフランスを解答として答える。これらの一連の処理や計算を 1 秒以内に実行する。

チェスのチャンピオンと対戦した Deep Blue の場合は、ハードウェアも開発したが、Jeopardy Watson は商用のサーバーである Power System で稼働させた。2 世代前の Power 7 で、2,880 コアでメモリーも 15TB 搭載された。

さらに正答率を上げるためには、確信度を正しく計算する必要があり、50 年分の過去問を使って強化学習した（資料 p.10）。確信度の計算のために 500 以上の評価軸があり、各軸の重み付けを、過去問で学習してチューニングした。Jeopardy では、分野を問わない質問に答える必要があり、その意味でチャレンジだった。Watson では、1)過去問が学習に利用できた、2)ウィキペディアなどデジタル化された情報が豊富であった、3)高性能な計算機が利用できたなどの理由で、歴代チャンピオンに勝利することができた。

2 月 14 日からの対戦は、全米に生放送で放映されていたが、Watson が勝利した直後に、様々な企業から、「Watson を自分たちのビジネスや業務に使いたい」という多くの問い合わせが寄せられた。それ以来、4 年間かけて、Watson のビジネス応用のための事業検証を、複数の企業や大学と進めた。2014 年 1 月に、事業化の目処が立ったので、Watson 事業部を設立した。

少し逆に戻ると、プロジェクトが始まったのは 2006 年である。コアチーム 30 名に加えて、システムを作り上げるので数百名のメンバーが一緒になってこれを作り上げた。2006 年以前にも IBM リサーチはいろいろな研究をしていて、自然言語だけではなく、システムソフトウェアや計算機アーキテクチャなど、多くの研究分野の成果を活用することによって、Jeopardy Watson を完成することができた（資料 p.11）。

Watson 活用の広がり

現在、ほとんどすべての産業分野と 50 以上の国で Watson は、活用されている(資料 p.12)。コグニティブなアプリケーションやサービスは、世の中で、積極的に利用されないと意味がない。そのために、我々は、開発者のコミュニティーに使ってもらうことを非常に重視している。現在の Watson 事業の責任者 David Kenny も、その点に力を入れている。彼は、Akamai や Weather Company の社長を歴任している。彼は、IBM の従来型の企業向けの IT 開発とは全く異なり、開発エンジニアのコミュニティーやスタートアップとの連携を重視している。Watson エコ・パートナープログラムの提携メンバーは、世界で 500 以上に上る。

一医療診断支援

ここからは事例であるが、2011 年当初は、医療関連の問い合わせが多かった。Memorial Sloan-Kettering Cancer Center、MD Anderson、Cleveland Clinic、Mayo Clinic などである。このきっかけは、米国のオバマケアや新興国の医療問題である。いかに医療の効率を上げるか、品質を上げるかが重要になったので、Watson 利用の検討が進んだ。医療の世界では、新しい治療法や薬が急速に増えており、医療文献は 5 年間で約 2 倍になっている。これに対して、米国の場合、現場の医師が新しいことを勉強する時間は平均して月に 5 時間しかない。いかに優秀で経験がある医師でも、最新の医療情報を知らないと、患者に対する診断を誤ったり、最適な治療方法を見つけられない。情報量が莫大なため、人間がすべて学習し理解するのは不可能である。そこで、Watson が最新の医療情報をすべて学習しておき、医師の判断を支援する(資料 p.13)。IBM が人工知能を追求していないのは、人の脳を模倣し人を追い抜くのではなくて、必ず人の支援やサポートをする形態をとり、最終的な判断は人間が行うことを目指しているためである。我々は、AI は、人工知能(Artificial Intelligence)ではなく、知能拡張(Augmented Intelligence)と位置付けている。

Memorial Sloan-Kettering Cancer Center では、150 万のがんの症例、42 種類あるがんの専門誌から 200 万ページを学習させた。実際の学習にあたっては、MSK の医師や教授が数年間、Watson の学習に協力した。がんの診断支援では、それぞれのがんの可能性や治療方法の効果の確度として、95%、45%、8%といった具合に表示される。また、追加検査の助言や、Watson が計算した確信度の根拠となった論文や文献を提示する。それらを医師が読むことによって、自分の考え方が正しかったことに自信を持ったり、別の考え方をすることになる。

一創薬支援

創薬の支援も行っている(資料 p.14)。新しい薬を作ることは、大変な時間と労力が掛かっている。p53 というタンパク質は、がんを抑制したり活性化したりすることが知られていて、世界中の研究者が、この p53 に働く酵素や別のタンパク質を探している。これに関する

る論文が 7 万件以上、発表されている。これらの論文に記載された情報を基にすると、実験の確度を上げることができる。p53 に効果がある物質は、これまで世界中で 1 年に 1 個発見できるかどうかであった。しかし、ベイラー医科大 (Baylor College of Medicine) では、Watson を導入してこの 7 万件の論文を全部学習させ活用したところ、数ヶ月で 6 個もの物質を発見することに成功した。このように創薬の研究開発スピードを飛躍的に上げることが期待できる。日本の場合は材料産業も強いので、マテリアル・インフォマティクスとして新材料の開発に応用できるはずである。

それから、これは今年 (2016 年) 9 月に NHK でも放映されたが、白血病の患者の治療に Watson が利用された事例である。遺伝子の解析結果の解読に活用するのだが、IBM では、ニューヨークゲノムセンターなど世界中でプロジェクトを進めている。東京大学医科学研究所の宮野先生と共同研究を行っている。遺伝子の変異はスパコンで計算できるが、この変異から起こる病気を特定したり、その治療法を求めるには、研究者や医師のこれまでの研究実績に頼るしかない。その文献が 2,400 万と膨大にあり、人間がすべてを読み込むのは不可能である。そこで、Watson が人になって、全文献を読み込み分析して、変異に関係する疾病や治療法の候補を探してくる。ただし、最終的な診断や処方、Watson ではなく医師が行う。Watson は候補を計算し、その根拠となった論文や特許を上位から提示する。それを医師が精査して、最終的に診断をする。

Watson は、医療機器として認定されていないので、現在は残念ながら、日本では研究にしか使えない。シンガポールやタイなどでは、このあたりの規制の障壁が少ないようである。これは人工知能だけの話ではないが、新しい技術を積極的に取り入れる際に、日本では規制が障壁の一つになるかもしれない。

ーシェフ Watson

次は、少し毛色が違う事例で、シェフ Watson という、人間の創造性をどうやって加速するかという一つの試みである (資料 p.15)。ニューヨークで最も古い料理学校があり、Watson と研究者が入り、料理のレシピ 3 万件以上を学習させた。また、食材の化学組成、健康への影響なども学習させた。さらに、料理は文化的な要素が重要であり、国ごとに好まれる食材や調味料、記念日に出される食材なども学習させた。米国の感謝祭ではターキーを食べるとか、日本の正月は餅だといったことである。最終的に、シェフ Watson は、材料しか提示しない。調理方法は、人間のシェフが考えることになる。普段シェフが思いも付かない食材の組み合わせを提示することによって、シェフの創造性を高めることができる。

クックパッドにシェフ Watson によるレシピもある。自宅でも作れるように、日本で手に入る食材 10 品以内で、3 名のレシピエールさんにご協力いただいた。その一例がカボチャのトルコ風料理で、カボチャ、ピーマン、シラスのガトー仕立てと、健康に良くて非常においしい。

Watson には、驚きレベル、健康レベル、旨味レベルなどの指標があり、このパラメータ

一をセットすると、それにあわせて候補が出てくる。パラメーターを動かすのは簡単であるが、本当の料理に仕上げるところはやはりプロの経験とスキルが要る。一般の人も使いこなせるように、Bon Appetite というニューヨークの料理雑誌社とレシピづくりもやっている。

一コンタクトセンター支援

それから、コールセンターやコンタクトセンターでの顧客対応支援への活用である（資料 p.16）。これは日本でも多くの企業に採用いただいている。コールセンターにいろいろな問い合わせが来るが、Watson は、オペレーターに対してサポートすることになる。IBM の事例では、ハードウェアやソフトウェアの製品に対する質問やクレームに対応する仕組みである。問い合わせを受けるオペレーターの横に Watson の端末があり、オペレーターが、お客さんのコメントを入力し、その情報を基に Watson が、回答の候補やお客さんの本質的な質問内容を提示する。それを見ながらオペレーターが答えるということを実施しており、それにより、対応の時間を短くしたり、よりの確な回答ができるようになり、お客さんの満足度を高めることができる。単純な問い合わせについては、Watson が直接、チャットで答えるケースもある。

一学生アドバイザー

現在、Watson を教育に活用することに力を入れている（資料 p.17）。オーストラリアの DEAKIN 大学とのプロジェクトである。海外の大学では、通常、学生は親元を離れて寄宿舎に住むことになる。9月に新入生が来るが、そのときに新入生のいろいろな質問に答えるアドバイザーやボランティアの学生を用意する。ただ、質問に対する回答の質は、人によって差が出る。また、入学時、新学期、卒業時など、人手が足りない時期には波がある。そこに Watson を使って、まずは、新入生の生活支援として、どこに住んだらよいのか、講義の選択はどのようにすればよいのかなどをアドバイスする。次のフェーズは、新入生に限らず、学生の履修申請のアドバイスである。さらに、最終的には学生の卒業後のキャリアのアドバイスをする。「自分は将来、このような職業に就きたいのだが、どうすればよいのか？」と Watson に聞くと、履修すべき科目、取得した方が有利な資格、参考文献などを提示してくれる。

教育用 Watson は、米国の Georgia Tech. 大学でも使われている。この大学では、専属のアドバイザーが十数名いて、主にチャットで、学生の質問に答えたり、アドバイスをしている。その人間のアドバイザーに Watson を入れて半年間使ってもらったが、誰一人学生は、このアドバイザーが、コンピュータで動く Watson と気がつかなかった。参考資料を後ろに載せている（資料 p.46）。過去の事例やノウハウ、ベストプラクティス、講義の情報など、自然言語による情報のほか、成績など数値データも使われている。

日本では、金沢工業大学と Watson の教育への活用を大々的に進めている。

一 保険請求審査の支援

保険の業務では、生命保険の保険金請求の査定の支援をしている(資料 p.19)。数年前に、日本で保険金の不払い問題が起こり、それ以降、各保険会社は、査定業務に多くの人と時間をかけておられる。お客さんから、「このような怪我をした」、「骨を折った」、「この病気で、一週間、入院した」などと保険金の請求があった際に、いくら支払うかを決めるのが査定である。単純な病気や怪我だけとは限らず、合併症や再発など、状況は多岐にわたり、多くの査定医が専属で査定業務をしている。非常に人手とコストと時間が掛かる作業であるが、Watson を利用して、査定業務をパターン化および知識化をしている。

Watson の特徴点一 全体像

資料 p.20 は、現在の Watson の利用体系である。Jeopardy! で勝った Watson は専用サーバーで動く Watson であったが、現在は、クラウド上の API で提供されている。一番下にいろいろなデータがあり、これは IBM が提供するデータもあるし、お客さんのデータもある。中間層のところは、コグニティブプラットフォームと呼んでおり、各種のコグニティブの機能を API で提供している。その API を組み合わせて自由にアプリケーションが開発できるようになっている。3 年間の事業実証も含めて、Watson の実応用を、既にもう 5~6 年やっているが、Watson の使い方は 3 種類に大別できる。コールセンターのような顧客対応の支援、創薬やシェフ Watson のように新しいことの発見支援、意思決定の支援の 3 つである。すべての事例を紹介できなかったが、いろいろな分野で実用に使われている。

一 エコシステム・パートナー

この企業での実用化とは別に、エコ・パートナープログラムがあり、広く使っていただいている(資料 p.22)。世界中では、500 以上のエコ・パートナーがいる。日本は 50 社ある。この 50 社には、新しいビジネスモデルと彼らの持っているユニークなコンテンツやデータを組み合わせて、Watson の API でアプリケーションを実装し、ビジネスやサービスで活用いただいている。以下にエコ・パートナーとの協業事例を解説する。

一 こどもに教えてくれるおもちゃ

例えば、cognitoys は、小さい子供のおもちゃだが、これがネットワークで Watson につながっていて、教育用に使える(資料 p.23)。日本語にはまだ対応していないが、日本からでも購入できる。これは、使えば使うほど、その子供の特性や、興味、性格などを学習し、子供に合わせたコミュニケーションやコンテンツの提供ができる仕組みになっている。

一 パーソナル・ウェルネス・アドバイザー

Welltok 社の CaféWell は、健康管理について専門的なアドバイスを行うサービスである

(資料 p.24)。日本でも活動量計などで、歩数や消費カロリーを測定しているが、それに対して常に専門家がアドバイスをくれる仕組みになっている。レストランとも提携していて、食事のカロリーを落とすために、お勧めのレストランとメニューまで教えてくれて、それを食べるとポイントがたまる。アメリカの人はポイントをためるのが好きだから結構使われている。これを例えば保険に組み合わせたりする話も出てくるはずである。

FLUID は、web ショッピングのチャット支援サービスを提供している。アウトドアグッズ会社ノースフェイスの web サイトでは、Watson がショッピングを手伝ってくれるというアイコンがあり、それをクリックするとチャット画面が出てくる。例えば、「日曜日から2週間、山登りするのだが、何を購入すればいいのか?」と聞くことができる。そうすると、登る山によって環境が異なるし、本人の経験レベルにも関係するので、「どの山に登りますか?」や「登山の経験は何年くらいですか?」などと尋ねてくる。山、気候、経験年数などを総合して、購入すべきお勧め品をアドバイスする。

—TED

TED と連携した Watson プロジェクトでは、TED で発表された 2000 件のプレゼンテーションから、視聴したい部分を自由に選ぶことができる (資料 p.25)。プレゼンテーションの場合、単純なキーワードサーチではサブジェクトをうまく見つけることができない。Watson を使って、スピーチの自然言語分析を十分することによって実現されている。

—自動運転ミニバス Olli の乗客サポート

ローカルモーターズとの olli と呼ばれる自動運転バスの事例もあり、現在、ワシントン D.C.とマイアミ、ラスベガスで試験走行している (資料 p.26)。このバスは、ボディの一部が 3D プリンターで作られていることも話題になっている。自動運転のところは Watson は関係していない。11 人乗りで、Watson は車掌の代わりをする。乗客に対して観光案内をしたり、降りるバス停を教えたり、olli がどのように作られているかの説明や自動運転の仕組みの解説などを、対話的に行う。

—販売のサポート

Watson とソフトバンクのロボット Pepper との組み合わせて、いろいろな実験をしているので、幾つかご紹介する (資料 p.27)。まずは、家電量販店での販売サポートの実証実験である。最初からシナリオがあるのではないかとよく言われるが、Watson は実際に状況に応じて話す内容を作りながら対応している。家電売り場ではいろいろな製品を扱っているので、人間の販売員が一人ですべての製品の最新情報を持つことは難しいが、Watson では全製品について最新の情報を持つことができる。また、相手に合わせて、高価なものが売れそうな時は、アップセルを行う。これは、販売員のスキルである。また、お客側からのメリットは、販売員であると購入せずに聞くだけだと悪いかなどと躊躇する場合があるが、

ロボットだったら聞くだけでもいいかと、精神的なバリアが低くなり、気軽に聞けることになる。

みずほ銀行の八重洲支店に行くと宝くじを売る Watson+Pepper と会話できる。行けば実際に対話することができる。宝くじに関して対話（ダイアログ）が完璧にできるように、研究員が過去の対話履歴を、パターンにより効果的に学習させた。また、宝くじによっては当たりが出ないと賞金が次回に加算されるものがあり、バックエンドのシステムと連携させる必要があり、技術的に難しかったようだ。

－IBM Cloud を活用したクイックスタート

これまでご説明したエコ・パートナーのアプリケーションも、企業向けの少し大掛かりなアプリケーションも、基本的に、クラウド上の Watson の API を使って開発する。IBM では、現在、製品開発もサービス事業も、IBM Cloud のプラットフォームの上で行っている（資料 p.28）。IBM Cloud は非常にオープンなクラウドの環境で、API 化された部品を柔軟に組み合わせてアプリケーションを構築する。SPSS などのオンプレミスのソフトウェア製品も、IBM Cloud 上で提供されている。

－Watson が提供するコグニティブ・サービス

Watson には、現在、12 個の API がある。音声合成、音声認識、対話、自然言語処理、性格分析、画像分析などが用意されている（資料 p.29）。Alchemy API も強力な言語分析機能を提供している。画像分析 API は Deep Learning を使っている。このような API を Watson に限らず、自由に選んできて組み合わせて新しいものが作れる。API 単独でも使えるアプリケーションサンプルも含まれている。IBM Cloud のメンバーになっていただくと、無料かつ無期限で API が使えるようになる。Watson 他、の IoT、セキュリティ、モバイル、データ分析などの API が揃っている。

例えばその中の Watson Text to Speech という API を使ってみる。社員で、英語のプレゼンテーションを、本人ではなく、この API に喋らせているケースもある。英語でメッセージを書くと、音声合成で話してくれる。

（音声再生）

以前、基礎研究所で、個人の声での音声合成の研究もしていた。例えばドラゴンボールの声優をやっている野沢那智さんの声による音声合成をした。今はその研究はやっていないが、特定の人声をパラメータ化するような用途はあると考える。音声の合成アプリケーションを付けるよりも、分かりやすい抑揚パターンについても、多くの音声データを収集して統計的に処理をしている。

－Watson はコグニティブ・ビジネスの基盤として進化

今後の Watson の方向性であるが、医療、教育、IoT、セキュリティ、ロボットなどに力

を入れている（資料 p.32）。特に、Watson Health クラウドには、戦略分野として投資している。我々の製品開発研究所でも、Watson Health クラウドの製品開発をしている。国にひとつ置くようなスケールを目指している。各医療規制やガイドラインをカバーし、高度な医療データの解析エンジンが搭載される。

Watson が現在、得意な分野は、人間でいうと左脳で処理をしている論理的な思考である。さらに、Watson の活用を拡大していくには、右脳による処理もする必要がある（資料 p.33）。そのためには、さらに、計算機の高い能力が要求される。消費電力も問題になる。Jeopardy! で勝った Watson は、2,880 コアで 200kW の電力を使った。これに対して、人間の脳は 20W しか使わない。消費電力の課題を抜本的に解決するためには、フォンノイマン型のコンピュータではない、新しいコンピュータアーキテクチャが必要になる。そこで、我々は、人間の脳の神経回路を模倣したニューロモロフィックチップ（脳型チップ）の開発を進めている。

第 2 世代のチップには、100 万ニューロンと 2 億 5,600 万シナプスが実装されている（資料 p.34）。通常のプロセッサには、クロックがあるが、脳チップは、刺激があった時にしか動かない。このチップで、動画の認識が、通常の数百分の 1 や数千分の 1 の消費電力で実行できる。世界中の自動車メーカーが自動運転のための画像処理用に注目している。

コグニティブ・コンピューティングの新たな研究分野

基礎研究所のコグニティブ・コンピューティング分野の先進テーマであるが、まず、Embodied Cognition では、コグニティブと実体を持つロボットや自動車、家電などとの将来の融合形態を探るものがある（資料 p.35）。Natural Dialogue は、完全な対話を目指す研究である。本当の意味の対話の実現は難しい。人は生まれてから現在までの経験を活用するし、対話相手や話題についても、膨大な情報を使っている。Immersive Environments は、コグニティブ・コンピューティングや AI のシステムと人が協調作業を進める環境を追求する研究である。手術前の準備、経営会議などの様々な場面が考えられる。現在、Watson 研究所に、ロボットアームを持つディスプレイを 10 台ほど設置してパイロットシステムを構築している。空間全体が、人の会話や議論に参画し、必要な時に、最適な形態でデータ、情報、知識を提供する。

最後に、M&A を支援するパイロットシステムのビデオをご覧ください。これは単純なデモではなく、実際に同等の機能が実現されている。例えば IBM の購買部門では、この機能を使って購買の取引先の分析もしている。

この委員会の今後の議論については、Deep Learning など個々の技術も重要であるが、要素技術は、利用できるものを会社や国にこだわらず持ってくればよい。人工知能の活用を積極的に進めることがより重要と考える。各産業分野で、人工知能活用の具体的な目標を決めて、取り組むことが必要となる。また、日本が強い分野で、コンテンツやノウハウ

が蓄積されたところをうまく選んでやっていくことが重要と考える。