

NTT 横須賀研究開発センタ

1 はじめに

私たちの身の回りでは、携帯電話やインターネットなどの普及により、離れた場所にいる人とのコミュニケーションや必要な情報の入手がいつでもどこでもできるようになってきている。現在では、さらに高速、安心・安全、いつでもどこでも何にでもつながるネットワーク環境の要望が増大している。今回は、このような人々が安心して豊かな暮らしを実感できるブロードバンド・ユビキタス社会の実現に向けて研究開発を進めている NTT 横須賀研究開発センタを訪問させていただいた。

2 NTT 横須賀研究開発センタの概要

NTT 横須賀研究開発センタは、1972 年の 11 月、今から 36 年前に横須賀電気通信研究所として開設した。研究所の敷地は東京ドーム 4 個分もあり、容積的に霞ヶ関ビルと同等の建物が山の上に建っている (図 1)。36 年前は衛星通信、無線通信が主要な研究テーマの一つであり、見通しが良い山の上に研究所を建てることになった。さらに当時 NTT (日本電信電話公社) は大型計算機の開発を行っており、性能としては現在のパソコン並みのもので非常に大きなスペースを必要とし、このような大きな建物となった。その後、1985 年、研究所を機能別に再編することに伴って、複数の研究所がこの建物に入ることに

なったため横須賀研究開発センタと呼ぶこととなった。

横須賀研究開発センタには、サイバーソリューション研究所、サイバースペース研究所、未来ねっと研究所の三つの研究所がある。サイバーソリューション研究所では、ユーザの視点に立った近未来の生活 IT サービスに向けて、人と情報の出会いの場を創造するメディアコンピューティング、だれもが自由にアクセスできるコミュニケーション環境を実現するヒューマンアプライアンス/ヒューマンインタラクションの研究開発を行っている。サイバースペース研究所では、よりリアルで自然なコミュニケーションを創出する音声・言語メディア、映像メディア、そしてこれら多彩なサービスを構築するための経済化、高信頼・高性能化に向けてオープンソースソフトウェアの研究開発を進めている。未来ねっと研究所では、これまでにない革新的なネットワーク技術、未来型のコミュニケーション技術および将来の通信ネットワークを支える先端技術の研究開発を進めている。以上のように、NTT 横須賀研究開発センタではだれもがわかりやすく使いやすいインタフェース、役立つ情報を提供する次世代ナビゲーション、リアリティーに富んだ自然なコミュニケーションおよびブロードバンド・ユビキタス社会を実現するうえで欠かせない高速・安全・柔軟なネットワークを目指した最先端の研究開発を行っている。今回はその中でも、触れる映像メディアを実現するシステムである風インタフェース、



図 1 NTT 横須賀研究開発センタの概観
〔提供：NTT 横須賀研究開発センタ〕

すべての人に優しいウェブコンテンツの製作・利用を支援するウェブユニバーサルデザイン、そして 3D 映像入力処理技術関連のパノラマ映像生成技術および多視点映像符号化技術 (MVC) を見学させていただき、それぞれの担当研究者へのインタビューもさせていただいた。

3 風インタフェース

開発担当者である鈴木氏に風インタフェースの概要を伺い、実際に体験後インタビューを行った。(以下、敬称略)

3.1 見学

風インタフェースとは、風を使って映像に触ろうというヴァーチャルリアリティー (以下、VR) システムの一つである。従来の映像に触る装置として、ワイヤのついたグローブを用いた装置などが挙げられるが、このような装置を用いた場合、装着する装置が重い、操作部分が据え付けの装置とつながっているため自由に動くことができないなど、利用者に煩わしい拘束感を与える問題があった。そこで、利用者を拘束することのない VR 技術として、この風インタフェースが開発され

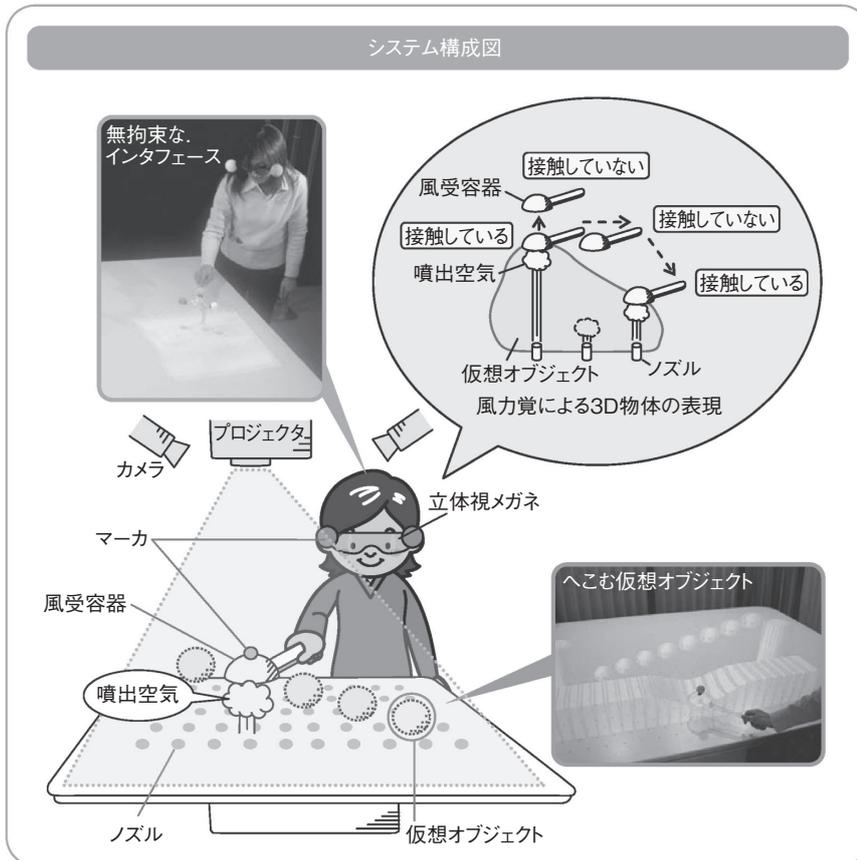


図2 風インタフェースのシステム構成図
〔提供：NTT 横須賀研究開発センター〕

た。風インタフェースの概要は以下のとおりである。

利用者は立体視メガネをかけ、テーブルに立体的に映し出された仮想オブジェクトに、お椀のような風受容器を近づける。すると、システムは、テーブルに埋め込まれた複数のノズルの一つから風を噴出し、利用者が持つ受容器に風を当てる。受容器を通して風圧を伝えることで、映像に触った感覚を利用者の手に感じさせる(図2)。また、利用者の物体の表面を押し込む動作に対して、システムは、空気によって得られるやわらかい感覚に合わせて、仮想オブジェクトの表面をへこませる。つまり、視覚的にも触っているように知覚させるのである。また、立体視メガネと風受容器にはカラーマーカが付いており、2台のカメラを用いた位置計測装置によってこのカラーマーカの位置を計測し、立体視メガネと風受容器の位置を算出する。その位置に基づ

いて、表示する映像や空気を噴出するノズルを制御する仕組みとなっている。このシステムでは風を用いていることから、利用者と装置は物理的につながっておらず、利用者は拘束されることなく自由に動くことができる。また、立体視メガネと風受容器は軽量であるため、利用者の負荷が軽いといった特徴が挙げられる。機械的な装置を介して力を伝える方法に比べて、空気を利用していることから安全に利用者に力を伝えることができる。子供が遊ぶのにも非常に適しているといえる。そのため、遊園地などの3D映像に触れるアトラクションなどが風インタフェースの利用分野として挙げられる。さらに、空気噴出ノズルの数を増やすことで、力の提示範囲を簡単に広げることができ、大きいものの表現や複数の利用者が同時に操作可能なシステムへと拡張することができる。

実際に私たちも風インタフェースを



図3 風インタフェースを体験する学生委員

体験した(図3)。複雑なルールもなく簡単にそして直感的に操作することができ、非常に興味深いシステムであった。また、お椀のような風受容器を用いるだけで、ここまで映像に触れている感覚を得ることができたのには驚いた。さらに、システム構成の単純さと拡張性の高さが画期的であると感じた。アプリケーションの開発などが進み、このシステムを用いたアトラクションが実現した際には、子供だけではなく大人でもそのアトラクションで楽しんでいる姿が想像できる。

3.2 インタビュー

メカライフ学生委員(以下、委員):

実際に操作してみると映像の遅れがありそうですが、どうなのでしょう？

鈴木：カメラ撮影によるフレームレートやパソコンの処理速度の影響で遅れが生じています。カメラやパソコンなどを変えれば、もう少し遅れをなくすることも可能です。赤外線を用いるなど別のセンサを用いることで、追従性を上げることは十分考えられます。本システムでは、映像は遅れても噴出は遅れないように、受容器に対する噴出の追従性を上げる工夫がしてあります。受容器の位置を読みとり、その動きの予測を行うことで、風の吹き出しが遅れないようにしています。その際、2個から3個前の受容器の位置データから受容器の移動する方向を予測しています。

委員：ノズルの径を変えることで、伝わる力の大きさを変えることは可能でしょうか？

鈴木：可能だと思います。しかし、噴出口の径を変化させるためには、各噴出口に、径が変化するノズルを取り付ける方法や、複数の径の吹き出し口を用意する方法がありますが、ノズルの数が多いので、システムが大掛かりになり、コストがかかってしまいます。

委員：一方方向だけでなく、横からの力の提示はできますか？

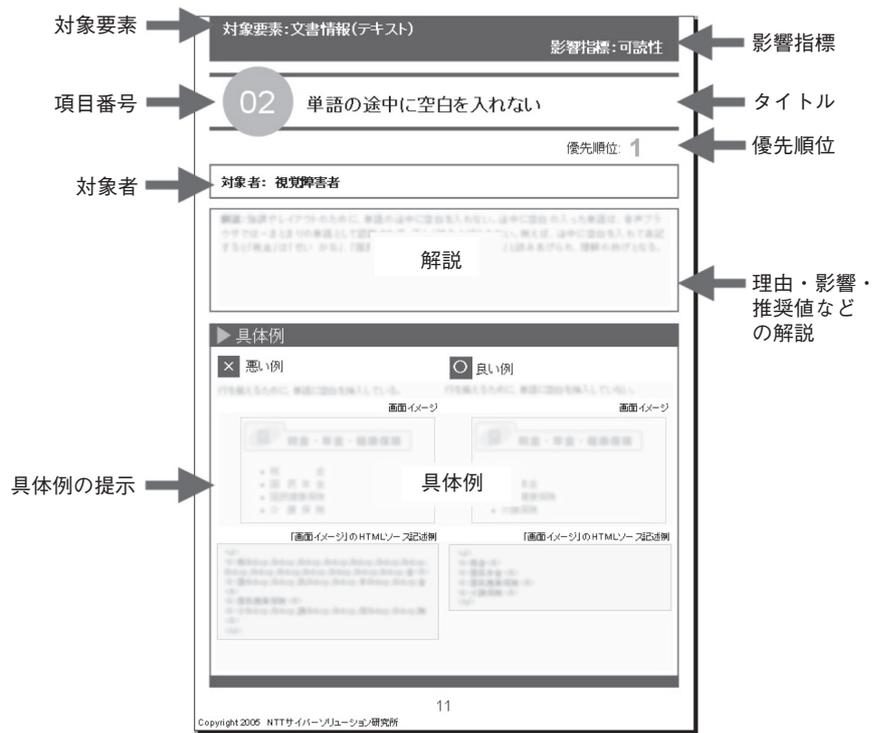
鈴木：操作領域を囲むように壁を設けてノズルを設置することで可能になると思います。しかしながら、私は人の動きを阻害するものを置きたくなかったので、従来の上向きの空気噴出を使用しお椀の形を変えることで、横向きの力を実現しようと考えました。具体的には、受容器に傾斜のフィンを取り付け、従来の上方向の空気噴出の噴出位置を制御することにより水平方向の力提示を行うという方法です。しかし、噴出口を密に配置する必要や、噴出口の位置と風受容器の位置に応じて余計な力が発生する可能性があることから、現実的な方法としては採用しませんでした。

委員：カメラなどの較正やシステムの較正は難しいものなのでしょうか？

鈴木：位置計測装置の較正は、ライティング環境に応じたカメラの調整や、位置計測装置と現実空間の座標系の対応付け等、少々煩雑ですが、一度カメラを固定して較正すればすみます。位置計測装置の座標系と風インタフェースが表現する仮想空間の座標系とを対応づけるシステムの較正は、利用者がぶつかってテーブルを動かしてしまったときなどに必要になりますが、その手順は簡単です。

委員：アミューズメント以外の応用はどのようなものがありますか？

鈴木：博物館などでの体験型の触れ



ガイドラインページ構成

図4 ウェブユニバーサルデザインのガイドラインページ構成
〔提供：NTT 横須賀研究開発センター〕

る展示メディアや子供用の教育システムへの応用が考えられます。さらに自由に手を動かして仮想物体とのインタラクションを行うなど楽しみながら運動することができることから、リハビリみたいなものに利用できないかと考えております。

4 ウェブユニバーサルデザイン

ウェブユニバーサルデザイン技術の概要を開発担当者である渡辺氏に説明していただき、その後インタビューをさせていただいた。(以下、敬称略)

4.1 ウェブユニバーサルデザインの概要

ユニバーサルデザイン(以下、UD)とは、文化・言語・国籍の違い、老若男女といった差異、障害・能力のいかに問わずに利用することができる施設・製品・情報のデザインのことであり、近年このユニバーサルデザインが注目されている。建築や交通の世界におけるバリアフリー化などが代表

例として挙げられるが、情報の世界でもUDは重要となってきている。現在、情報通信技術の発達により、障害のある方でも簡単に情報に接することができるようになった。たとえば、全盲の方の場合にはウェブの中身を読み上げてくれる音声ブラウザを用いることにより、ウェブ内容を合成音声で確認することができる。また、弱視の方は文字を拡大して使い、手の不自由な方はトラックボールなどマウス以外の入力装置を使うなどしてウェブを使用している。このようにさまざまな利用者とその状況に対応するためには、ウェブコンテンツのUDというものが必要となってくる。NTTでは、ウェブUDの研究活動および普及活動を行っている。

NTTでは、ウェブコンテンツの作成者がUDに配慮したコンテンツを簡単に作れるように、図4のようなガイドラインを開発している。このガイドラインは1項目を1ページにまとめてある。ガイドライン項目のタイ

トルと理由・影響・推奨値などの解説、具体例（悪い例、良い例）の提示により、その項目の内容がわかりやすいようになっており、JIS 規格にも対応している。図 4 は「単語の途中で空白を入れない」という例である。単語の途中で空白を入れると、音声ブラウザが単語を正しく読めない場合がある。たとえば、「税金」と途中で空白が入ってしまうと、「税」と「金」という文字が別々の単語として認識され、「ぜいきん」ではなく「ぜい かね」と読まれてしまう。NTT ウェブコンテンツ UD ガイドラインには、このようなガイドライン項目が 61 個ある。コンテンツ作成者はこれらの項目に従うことで、UD に配慮したコンテンツを作ることができる。

またガイドラインのみならず、ガイドライン項目を自動的にチェックする「はなまるチェッカー」というチェックツールも NTT では開発している。はなまるチェッカーを利用してウェブページをチェックすると点数が表示され、悪い箇所を指摘するだけでなく、その改善例を実在するウェブページを見本として参照することができる。このようなチェックツールを用いることで、UD の専門家ではないウェブ製作の初心者にも簡単にチェックすることができる。読者の皆さんもウェブコンテンツを作成した際には、ぜひ、はなまるチェッカーを利用してチェックしてはいかがであろうか。その際には、チェック結果の点数を気にするのではなく、ガイドライン項目を理解し、どこを改善すべきかという点に重きをおくことが重要である。

4.2 インタビュー

委員：ガイドラインを作るときに、実際に障害のある方に意見を聞いたりしましたか？

渡辺：幾つかの項目は、実際に障害のある方の意見を参考に作りました。

ほかの規格に合わせなければならない部分もあり、それらの項目も導入しています。こういう規格は難しく、各社勝手に基準を決めてしまうと少しずつバラバラになってしまいます。このガイドラインを作った後に JIS 規格ができましたが、今後はおそらく JIS 規格が基準とされていくのではないかと思います。UD って聞いたことはありましたか？

委員：名前は聞いたことがあります。

渡辺：私も最初はわからなくて、障害者対応のことだと思っていました。実際の UD というのは、障害者に限らず健常者を含めいろいろな人に便利になるようにという意味であることがわかり、そこが非常におもしろいと思っています。

委員：ウェブページの UD というのは結構一般的に対応されているのですか？

渡辺：自治体などのページというのは、やはりさまざまな人に見てもらえないといけなないので、自治体または大企業のホームページなどにおいては UD 対応が進んでいます。しかしながら、まだまだ普及していないというのが現状です。

委員：実際、ウェブ UD はビジネスとして成り立つのでしょうか？

渡辺：ここが問題です。まず、ウェブ UD がビジネスになるには、だれもがウェブ UD の必要性を理解し、UD の考え方が普及することが重要です。福祉のため、特別な人のためと考えられているうちは、なかなか普及しません。また、ビジネスにならないと本当の意味での普及はないと思っています。そのためには、ツールを高度化し、UD 対応のコストを下げ UD 対応の障壁を低くする必要があります。また、強制力を持たせるのも一つの方法です。たとえば、アメリカでは法律によって、連邦政府の調達する情報通信

関連機器などは、UD に配慮することが義務付けられています。日本ではそういう法律はありませんが、UD 対応が調達条件であれば、そこにビジネスが生まれます。だれもが UD の必要性を理解し、UD が当たり前になる社会を目指し、研究開発と普及活動を続けていきます。

5 パノラマ画像生成技術、多視点映像符号化技術 (MVC)

パノラマ画像生成技術および多視点映像符号化技術の概要を開発担当者である磯貝氏と志水氏に説明していただき、その後インタビューをさせていただいた。(以下、敬称略)

5.1 パノラマ画像生成技術の概要

今では普通にハイビジョンテレビできれいな映像を見ることが可能になってきているが、視聴者はカメラマンが撮影した映像をそのまま見ている。テレビでスポーツ観戦やコンサートなどを観賞している際に、この選手あるいはこの演奏者をずっと見ていたいので、その人を中心に映してほしいと思ったことはないでしょうか。このような要望に応える技術の一つとして、パノラマ画像生成技術が挙げられる(図 5)。

パノラマ画像生成技術とは、たとえば競技場やコンサート会場でカメラを複数台設置し、各カメラで撮影した映像を合成することで一枚の大きなハイビジョン以上の映像を生成する技術のことである。各カメラは位置を少しずつずらして撮影しているため、撮影された各画像も少しずつずれていることになる。そのため、撮影したシーンが奥行きを持たないと仮定して撮影画像を一つの平面にはり付けていた従来の手法では、仮定した平面から離れた位置にあるものが多重に写ってしまうという問題点があった。そこで NTT では、「信頼度マッピング」と呼ばれる手法

を用いたパノラマ画像生成技術を開発している。この手法では、対象物を多層の平面で表現し、どの距離にどのくらいの可能性で存在するか、画像のずれをもとにコンピュータにより推定する。そして、その可能性に応じて、撮影画像を多層の平面にはり付けることにより、パノラマ映像を合成する技術である。このNTT手法を用いた場合には、手前から奥までつなぎ目のないパノラマ画像を得ることができるのである。また、ハイビジョンの映像を複数並べていることから、合成されたパノラマ画像の解像度も高く、拡大しても細かいところまで見ることができる。NTTでは、このようにして合成されたパノラマ画像を各家庭に提供し、視聴者はリモコンのような端末で見たい領域に移動し、拡大して見ることができるサービスを目指している。

このようなサービスにより、自宅のハイビジョンテレビで競技場やコンサートホールのVIP席で見ていたような臨場感の高い映像を視聴することができるのである。

5.2 多視点映像符号化技術 (MVC) の概要

また、パノラマ画像のほかにもカメラの視点自体も自由に動かすことができる自由視点テレビもサービスとして挙げられるが、いずれの技術を用いる場合にも視点の数だけ映像が必要となり、生のデータを各家庭に配信することは非常に難しい。多視点画像符号化(以下、MVC)とは、複数のカメラで撮影した映像を圧縮(符号化)する技術であり、NTTではパノラマ画像などをリアルタイムで提供するために、映像の質を保ちながら符号量を削減する技術の開発を行っている。NTTが提案した技術の概略は図6のようになっている。まず、画像送信側(エンコーダ側)では画像受信側(デコーダ側)で合成できる画像は圧縮せずに、

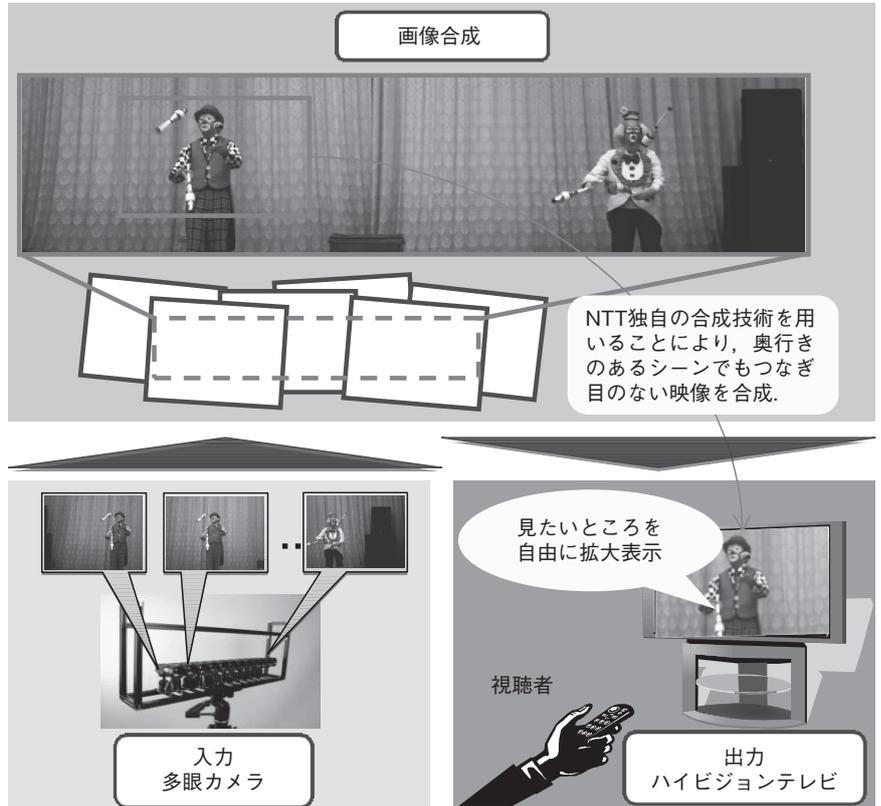


図5 多眼カメラによるパノラマ画像生成技術
〔提供：NTT 横須賀研究開発センター〕

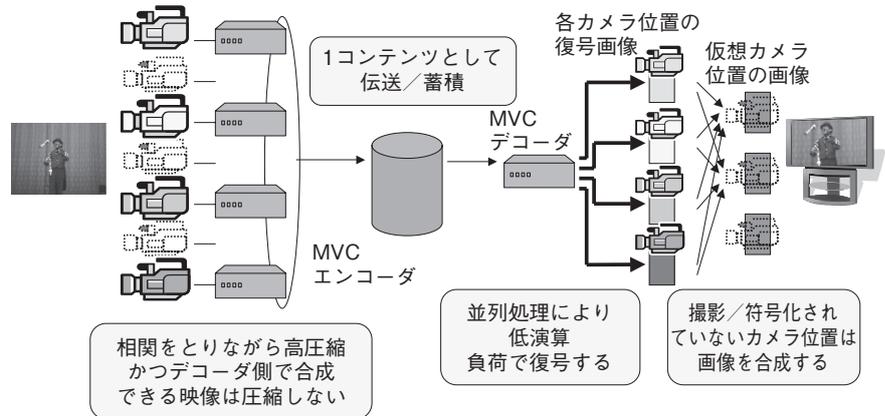


図6 MVCにおける符号化の考え方
〔提供：NTT 横須賀研究開発センター〕

必要最低限の画像のみ高圧縮を行う。それが1コンテンツとして送信され、デコーダ側で並列処理により低負荷で復号される。さらに、得られた画像からデコーダ側で補間予測を行うことで、撮影または符号化されていない部分の画像を合成する。実際に、NTTが開発したMVC技術をパノラマ画像に適用したサッカーの試合映像を見させていただいた。視点の移動などは非常にスムーズであり、画像もきれいで

あった。また、得点シーンにおいて普段見られない仲間ゴールキーパの喜び姿を見ることができ、NTTが目指すサービスのおもしろさを実感することができた。

5.3 インタビュー

委員：信頼度マッピング法による処理はどのくらい時間がかかりますか。

磯 員：通常のCPU (Central Processing Unit) を用いた場合には、解像度 UXGA (1 600 ×

1 200) のカメラ 7 台を用いて、1 分間の動画を合成するためには、約 1 日の処理時間がかかります。各画素に奥行き方向の情報を持たせ、多層のレイヤを書き込むため、時間がかかってしまいます。ただし、GPU (Graphics Processing Unit) を用いて実装することにより、合成処理を高速化することは可能です。現在は、リアルタイム配信に向けて、合成処理の高速化に取り組んでいます。

委員：複数のカメラの配置はどのように決めているのですか？

磯貝：撮影対象によって配置を決めています。たとえば、横に長いものなら横に並べ、全方位を見なければ円形に並べます。

委員：MVC のような画像処理技術はどのようなプロセスで開発されるのですか？

志水：まずやりたいこと、開発したいこと、最終的にどんなサービスを作りたいかなどの将来像があって、それを実現するためにはどんな技術が必要かなどを考えた後に開発していきます。常に実現したいサービスの全体像を考えながら開発しています。

委員：現在開発している技術をリアルタイムで提供するためには計算機の性能に頼る部分もあるのでしょうか？

志水：このような技術は計算機の性能に頼る部分は確かにあります。近年のマルチコアなどの技術により可能になった並列演算処理は、パノラマ画像生成や MVC のリアルタイム処理実現に非常に役に立ちます。高度な画像処理を実時間でを行うために計算機の性能が向上することはうれしいことです。今後、どんどん計算機性能が向上することを期待しています。

委員：三次元情報やパノラマ映像の生成では、画像処理のプログラムの改良と装置の配置や性能の改良では、どちらが重視されているのでしょうか？



図7 白倉氏 (左端) とメカライフ学生委員

志水：人にもよりますが、われわれは画像処理アルゴリズムの改良を重視しています。装置頼りでやるのは現段階では解像度もフレームレートも低く実用的ではないという点とコストの問題があるからです。今後それらの装置が発達した場合には装置面からのアプローチも考えていきたいと思えます。しかし、画像処理で扱う画像から三次元情報を作り出す問題は、本来ない情報を作り出す逆問題であり、100% 解ける問題ではありません。最終的には装置を使って三次元情報を直接取得したほうがそのものを取得することになるため、より良くなると思えます。

委員：複数のカメラで撮影するときには光がかなり重要になってくるのではないのでしょうか？

志水：はい、かなり重要となってきます。撮っている領域がカメラによって異なるので、光のバランスが異なると全く違うものを撮っているような映像になってしまいます。また、カメラのほうも重要であり、市販のカメラでゲインコントロールが付いているものは映像を勝手に補正してしまうので、設置している位置ごとに補正の度合いが異なり、全く違う被写体を撮っているように見えてしまいます。

委員：現在開発されている技術でサービスを提供しても十分おもしろいものになると思うのですが、実現はま

だできないのでしょうか？

志水：今まではテレビは椅子に座って気軽に見るスタイルが続いてきましたので、見たいところを自分で操作するこのサービスをいきなり提供すると、ユーザの中には「なんだこの面倒なシステムは」と感じる人もいますので、すぐにサービスを提供することは困難だと思っています。たとえば最初はネット上で配信し、ユーザの反応を見てから考えていきたいと思っています。あとは、処理速度も十分とは言えないため、その面での改良も必要と考えています。

6 おわりに

今回の見学によって、NTT では研究開発において、ユーザの視点を非常に重要視していると感じた。今後 NTT からおもしろく使いやすいサービスが提供され、私たちの身の回りの情報通信環境がさらに豊かになることを楽しみにしている。

最後になりましたが、今回の見学の司会進行をしていただいた白倉氏 (図7)、施設の説明をしていただいた渋谷氏、研究技術の説明およびインタビューに応じていただいた鈴木氏、渡辺氏、磯貝氏、志水氏に深く御礼申し上げます。

(文責 メカライフ学生編修委員 黒澤瑛介、居合徹、上野弘傑、栗山健太、松尾匡史)