テーマ展示

場とコミュニケーション

- A-1 皆さまに　使っていただく　t-Room －機能と効率とアウェアネスのスケーラビリティの追求－
- A-2 会話を盛り上げ，親しんでもらうコンピュータ －思考・共感の喚起がもたらすコミュニケーション環境－
- A-3 インターネットを創造的に使う －様々なビジュアル技術によるネット上の共同制作－
- A-4 センサネットワークが見せる世界の様相 －実世界セマンティクス環境の研究－

メディアとコミュニケーション

- B-1 会話の流れが一目瞭然！ －コミュニケーションシーンを理解する音声映像技術－
- B-2 生きている音をそのまま伝えよう －MPEG-4 ALSによる音響信号のロスレス伝送－
- B-3 音や映像から情報を引き出す －最先端のメディア情報抽出技術を体験－
- B-4 あなたの「知りたい！」を助けます －言語処理技術：新しい意味解析の時代を拓く－

計算科学

- C-1 データを生み出す隠れた原理を発見する －ベイズ機械学習による情報生成過程のモデル化－
- C-2 論理×確率で安心・安全を極める －フォーマルメソッドと暗号理論の融合－
- C-3 量子通信が作る安全で快適な世界 －プロトコル設計にむけた量子通信の数学的性質の解明－

人間科学

- D-1 見る，触る，身体が動く －脳と身体の統合的理解を目指して－
- D-2 見る，聞く，気持ちが動く －感覚と感情の認知脳科学－

NTT
NTTコミュニケーション科学基礎研究所

〒619-0237 京都府相楽郡精華町光台2-4（けいはんな学研都市）
TEL.0774-93-5020　FAX.0774-93-5015

オープンハウス×未来想論2009

NTTコミュニケーション科学基礎研究所

NTT

NTTコミュニケーション科学基礎研究所

人間を知り、情報の本質に迫るコミュニケーション科学

NTT CS研 オープンハウス × 未来想論 2009

場とコミュニケーション

メディアとコミュニケーション

計算科学

人間科学

6月4日(Thu) 12:00〜17:30　6月5日(Fri) 10:00〜17:30　会場 NTT 京阪奈ビル

入場無料・事前登録不要

http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/

NTTコミュニケーション科学基礎研究所
所長　外村　佳伸

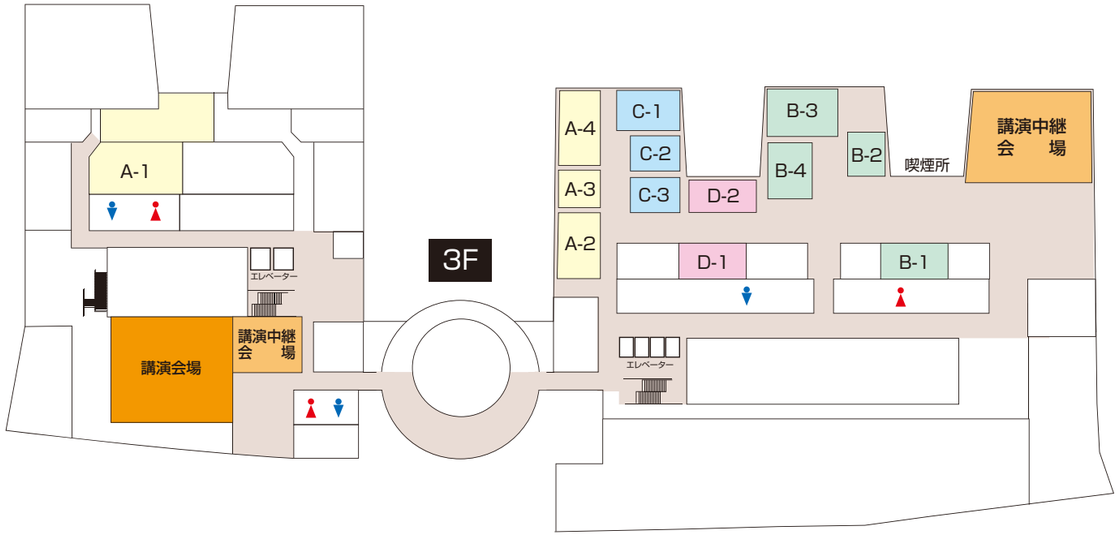
NTT CS研オープンハウス×未来想論2009

ー 人間を知り，情報の本質に迫るコミュニケーション科学 ー

今ほど，科学技術が人間・自然・社会にとって調和的に発展すべきであると言われている時代はありません．これは，世の中の関心が最も高まっている地球環境問題にとどまらず，ICTを含むあらゆる技術の可能性と影響力が地球レベルに達し，今や人類全体の課題となっているからでしょう．地球環境問題や国際的な経済問題でまさに待ったなしの状況の中，これからの科学技術が，経済・産業の繁栄をもたらしつつも，社会の健全な秩序を維持し，さらに生命の基盤たる自然のバランスを保ちながら，いかに人が暮らし易い環境の実現に貢献できるか，人類の知恵が試されていると言えるでしょう．CS研では，こうした課題に対し，人間科学と情報科学両面からのアプローチとその融合が重要と考え，人を取り巻く賢い環境をめざす環境知能のコンセプトのもと，計算科学，メディア科学，コミュニケーション科学，人間科学の分野における先端研究と，領域を超えたシナジーを実現する先端的な研究を推し進めています．

NTT CS研オープンハウス×未来想論2009においては，「人間を知り，情報の本質に迫るコミュニケーション科学」をテーマに，私たちの最新の研究成果をご覧頂くほか，ホットな話題を取り上げて議論する未来想論のセッションを設けます．NTT CS研オープンハウス×未来想論2009が，皆様と一緒に，人と技術のあり方や可能性を考え，刺激し合い，新たな展開につながる，まさに共進化の場となることを祈念し，所員一同，皆様のご来場に心より感謝申し上げます．

■ 所長あいさつ ・・・



通行可能領域　場とコミュニケーション　メディアとコミュニケーション　計算科学　人間科学

●講演スケジュール

6月4日（木）

所長講演 13:00〜13:40

未来八景
－時空感で考える情報環境デザイン－
外村　佳伸（NTTコミュニケーション科学基礎研究所所長）

研究概要講演（テーマ展示のご紹介） 13:40〜14:10

未来想論（来場者の皆様との交流セッション） 15:30〜16:45

コンピュータが言葉の意味を理解できると何が変わるか？
－検索エンジンを超えるもの－
乾　健太郎（奈良先端科学技術大学院大学　情報科学研究科　准教授）
増市　　博（富士ゼロックス㈱　研究技術開発本部　研究主査）
桝村　季弘（NTTレゾナント㈱　技術マーケティング部　担当課長）
平　　博順（協創情報研究部）
東中竜一郎（協創情報研究部）

6月5日（金）

研究概要講演（テーマ展示のご紹介） 11:00〜11:30

研究講演 13:00〜14:10

〈13：00〜13：30〉
人と人との会話を解き明かす
－コミュニケーションを科学する映像音声技術－
大塚　和弘（メディア情報研究部）

〈13：40〜14：10〉
質感を生み出す脳のメカニズム
－感性情報の理解と制御に向けて－
本吉　　勇（人間情報研究部）

未来想論（来場者の皆様との交流セッション） 15:30〜16:45

QoLを支える次世代インタフェース
－ニーズとシーズを無理なくマッチさせる社会に向けて－
椎尾　一郎（お茶の水女子大学　理学部　教授）
伊藤　英一（長野大学　社会福祉学部　教授）
渡邊　淳司（人間情報研究部　客員研究員／日本学術振興会　特別研究員）
雨宮　智浩（人間情報研究部）

●テーマ展示

場とコミュニケーション

A-1　皆さまに　使っていただく　t-Room －機能と効率とアウェアネスのスケーラビリティの追求－
- 汎用の　ミドルウェア　三代目 －時間と空間の再構成が可能な環境を創る－
- どこからも　どこでも聞こえる　HiFi音 －スクリーン上に音響イメージを再現するスピーカ－
- ありがたや　離れていても　同室感 －ユーザの座席配置が遠隔協調作業に及ぼす影響について－

A-2　会話を盛り上げ，親しんでもらうコンピュータ －思考・共感の喚起がもたらすコミュニケーション環境－
- みんなの会話を盛りあげるシステム　キャンプ －感情に働きかける思考喚起型多人数対話システム－
- 親しみやすく，話したくなるシステム　マフィン －共感喚起型対話システム－

A-3　インターネットを創造的に使う －様々なビジュアル技術によるネット上の共同制作－
- ネット上のみんなで作るアニメーション －共同制作を活性化する協調パターンの導入－

A-4　センサネットワークが見せる世界の様相 －実世界セマンティクス環境の研究－
- 無数にあるモノとデキゴトを収集する方法 －稠密に配置されたセンサノードからの効率的情報収集技術－
- このデキゴトはどのように見えている？ －センサデータ解釈のための実世界知識構築技術－
- センサで分かる人の日常行動 －身体に装着した多種のセンサを用いた日常生活行動認識－

メディアとコミュニケーション

B-1　会話の流れが一目瞭然！ －コミュニケーションシーンを理解する音声映像技術－
- 実時間会議モニタリング －リアルタイム & マルチモーダル対話シーン分析－
- 激しく動いても見失わない顔追跡 －複雑な動きに対して頑健な顔姿勢追跡－
- 会議も！談話も！実シーンの会話の文書化 －会話音声認識・検索技術－
- 会話の中から各話者の声を明瞭に聞き分けます －残響に頑健な音声分離抽出技術－
- 響いた収録音声を，くっきりとした音声に！ －映画/テレビ/CMの音声編集・調整用 残響除去ソフト－

B-2　生きている音をそのまま伝えよう －MPEG-4 ALSによる音響信号のロスレス伝送－
- 生きている音だからできること －ライブ演奏音響ロスレス配信実験－
- 生きている音を聞いてみよう －ALS準拠データのディジタル機器による再生－

B-3　音や映像から情報を引き出す －最先端のメディア情報抽出技術を体験－
- 音響信号から音の"設計図"をひもとく －複素NMFと複合自己回帰系による音響信号のスパース表現－
- この歌何点？ －自己類似度特徴による音楽の類似度測定－
- 大事なものを見分け，学び，認識する －視覚の特性を反映した未登録物体の自動検出と学習－
- たくさん利用されている人気動画をさがそう －大規模メディアデータのリンク構造解析－
- 実証実験結果報告 －インターネット上での音楽・映像コンテンツの使用を特定－

B-4　あなたの「知りたい！」を助けます －言語処理技術：新しい意味解析の時代を拓く－
- 言葉の意味を読み取る －述語項構造解析－
- 「なぜ」に答える質問応答システム NAZEQA －原因表現の自動獲得と機械学習に基づく理由検索－
- 最新の医療を知る手助けをします －統計的自然言語処理に基づく医療情報読解支援システム－

計算科学

C-1　データを生み出す隠れた原理を発見する －ベイズ機械学習による情報生成過程のモデル化－
- 話題の時間変化を追跡する －生成モデルに基づく時系列解析技術－
- 誰が私と似てる？どの文書がこれに似てる？ －著者の興味と文書内容の関係に着目した潜在変数モデル－
- 隠れた単語を発見する：源氏物語からblogまで －無限マルコフモデルによる教師なし形態素解析－
- 多様なキーワードから価値あるものを抽出する －内容に関連するタグを抽出するためのトピックモデル－

C-2　論理×確率で安心・安全を極める －フォーマルメソッドと暗号理論の融合－
- フォーマルメソッドと暗号理論をつなぐ鍵 －論理学と確率論をつなぐ－
- 99.999…%安全です －フォーマルメソッドから暗号理論へ－
- 頑固なバグも楽々発見 －暗号理論からフォーマルメソッドへ－

C-3　量子通信が作る安全で快適な世界 －プロトコル設計にむけた量子通信の数学的性質の解明－
- 量子プロトコルの簡単レシピ －巨大ネットワーク上での量子プロトコル構成法－
- 量子ビットが創る不思議なネットワーク通信 －量子ビットにおけるコピーの困難性の解析的性質－

人間科学

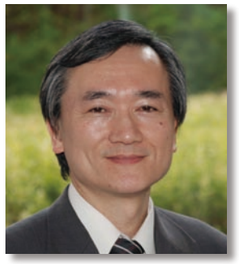
D-1　見る，触る，身体が動く －脳と身体の統合的理解を目指して－
- 身体知覚の不思議 〜動かす／動かされる時〜 －能動運動情報の身体知覚における役割－
- 運動学習の不思議 〜環境が脳をスイッチ！〜 －トレーニング環境で変わる脳の運動学習モード－
- 温度感覚の不思議 〜触覚で温度感覚が変わる〜 －温度感覚と触覚の統合メカニズムの解明－
- 力感覚の錯覚を利用して視覚障がい者を道案内 －手のひらサイズの多自由度「ぶるなび」による歩行誘導－

D-2　見る，聞く，気持ちが動く －感覚と感情の認知脳科学－
- 物理・画像・知覚の秘められた関係 －自然画像から探る視覚の仕組み－
- 感情で見え方が変わる －感情と認知の相互作用－
- 目や耳や脳のしくみを楽しむ，学ぶ －錯覚体験ウェブサイト「イリュージョンフォーラム」－

未 来 八 景
－時空感で考える情報環境デザイン－

NTT CS研オープンハウス×未来想論2009のテーマは「人間を知り，情報の本質に迫るコミュニケーション科学」です．このテーマには，技術がますます高度化・複雑化しつつある現代にこそ，人にとって何が本当に役立ち，意味があるのかを見極めることが必要であり，そのためには人間そのものをもっと知り，情報の何がどう本質的に関わるかを見極めることが重要だ，という思いが込められています．

生命の長い進化の末に今いる人間は，豊富な感覚，優れた知能を持っていますが，最近の情報環境がいくら高度になったと言っても，人間を十分に活かしているとはまだまだ言えません．またそのことが，逆に人間と技術の間に不調和を生むことにもつながっています．CS研がめざす環境知能の世界では，人間と環境が相互作用しながら共進化していくことが重要だと考えています．そこでは，人間をよく知り，人間の特性をうまく情報環境によって引き出し，活かすことで，新しい可能性を広げつつも，人と技術が調和する未来像を描いています．その鍵を握るのが，人間の身体感覚を活かすことと，時空間を自在に越えること，すなわち「時空感」です．講演では，時空感の発想に，人と人とのコミュニケーション，サイバー世界との関わり，膨大な情報・知識の駆使などを絡めながら「未来八景」と称して，情報環境が果たすべき未来の役割を，八つの観点で考えてみようと思います．CS研の研究も含めて，果たしてどの景にはどんな技術が求められるのか，皆さんも一緒に思いを巡らせてみませんか．



NTTコミュニケーション科学基礎研究所
所長　外村　佳伸

<プロフィール>
1981年京都大学大学院修士課程修了．同年日本電信電話公社（現NTT）入社．以来，主に画像・映像を中心とした情報処理，インタラクティブ・インタフェース，ブロードバンドコンテンツサービスに関する研究開発に従事．1987～1988年米国MITメディア研究所客員研究員．2006年より現職．博士（情報学）．

コンピュータが言葉の意味を理解できると何が変わるか？
－検索エンジンを超えるもの－

検索エンジンが一般に普及する一方で，文章の表面だけしか扱わないキーワード検索の限界を感じている人も多いと思います．この限界を克服することを目指し，近年，コンピュータに言葉の意味を理解させる技術が急速に発展してきています．人間が文章の行間を読むように，コンピュータが文章の背後に隠された内容を理解できる日も，もう目の前です．本パネルでは，このような意味理解技術によって，今後の検索がどのように変わるのか，検索を超える技術やサービスが生まれ得るのか，専門家を招き，議論したいと思います．

<パネリスト> 乾 健太郎（いぬいけんたろう）

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 准教授．
専門は計算言語学．言語情報や知識の自動編集に関する研究に従事．1995年東京工業大学博士課程修了．同大学助手，九州工業大学助教授を経て，現職．情報処理学会自然言語処理研究会幹事，Computational Linguistics編集委員．人工知能学会 1997年度論文賞，COLING/ACL-2006 Best Asian NLP Paper Award，言語処理学会年次大会優秀発表賞等，受賞．博士（工学）．

<パネリスト> 増市 博（ますいちひろし）

富士ゼロックス株式会社 研究技術開発本部 研究主査．
1991年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了．同年，富士ゼロックス株式会社入社．1998年－2000年 スタンフォード大学CSLI客員研究員およびXerox PARCコンサルタント研究員．現在，富士ゼロックス研究技術開発本部自然言語処理研究チームリーダー．主な研究対象は，構文解析／意味解析および情報抽出/情報検索．電子情報通信学会言語理解とコミュニケーション研究会幹事．2003年度言語処理学会優秀論文賞受賞．博士（工学）．

<パネリスト> 桝村 季弘（ますむらとしひろ）

NTTレゾナント株式会社 技術マーケティング部 検索ビジネス推進 担当課長．
1969年生まれ．多摩美術大学 芸術学科卒業．CGムービーやデジタル写真集の制作進行を経て，2001年，㈱NTT-X（現 NTTレゾナント㈱）に入社．編集チーム・リーダーとして，ポータルサイト「goo」のトップページ（http://www.goo.ne.jp/）の企画・UI・運用に携わる．2008年より，新しい検索サービスの企画・開発を担当している．

<オーガナイザ／パネリスト> 平 博順（たいらひろとし）

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 協創情報研究部 研究員．
1996年 東京大学大学院 理学系研究科 修士課程（固体化学）修了．同年，日本電信電話株式会社入社．2002年奈良先端科学技術大学院大学 博士後期課程修了．博士（工学）．NTT入社後は，テキスト分類，統計的機械学習，質問応答，バイオインフォマティクス等の研究に従事．2005－2007年 株式会社NTTデータ BI推進センタにてデータ分析コンサルティングの研究開発に従事．現在，協創情報研究部，言語知能研究グループにて述語項構造解析を中心とする意味解析の研究に従事．

<オーガナイザ／司会> 東中 竜一郎（ひがしなかりゅういちろう）

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 協創情報研究部 研究主任．
1999年 慶應義塾大学環境情報学部卒業，2001年 同大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了．同年，日本電信電話株式会社入社．2004年11月より2006年3月までシェフィールド大学客員研究員．現在，協創情報研究部，言語知能研究グループにて，質問応答システム，音声対話システムの研究に従事．博士（学術）．

QoL を支える次世代インタフェース
－ニーズとシーズを無理なくマッチさせる社会に向けて－

人間と世界を取り結ぶ新しいヒューマンインタフェース技術は，近年，人間科学研究から新しい情報提示手法が提案されるなど，新たな学術領域への広がりを見せています．一方で，来たるべき超高齢化社会に向けて，ヒューマンインタフェース技術による生活の質の向上，福祉関連技術への展開に関する期待は大きくなっています． 本パネルではこのような技術革新が未来の社会にどのような恩恵を与えうるのか，あらゆる人の生活の中に浸透させるにはどうすればよいか，ニーズとシーズを無理なくマッチさせることができるのかについて議論します．

<パネリスト> 椎尾 一郎（しいおいちろう）

お茶の水女子大学理学部情報科学科 教授．
1979年名古屋大学理学部物理学科卒業．1984年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了．日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所に入社． マルチメディアシステム，オフィスシステムなどのユーザインタフェースの研究に従事．1997年玉川大学工学部をへて2005年より現職．実世界指向インタフェース，ユビキタスコンピューティングを中心に研究．工学博士．

<パネリスト> 伊藤 英一（いとうえいいち）

長野大学 社会福祉学部 教授．
1983年愛知工業大学電子工学科卒．早稲田大学大学院理工学研究科特別研修生，富山県高志リハビリテーション病院研究員，神奈川県総合リハビリテーションセンター主任研究員を経て，2002年長野大学社会福祉学部助教授．現在，教授．博士（政策・メディア）．1998－99年米スタンフォード大学言語情報研究センター訪問研究員．2007－08年米ハワイ大学教育学部教育工学専攻訪問研究員．

<パネリスト> 渡邊 淳司（わたなべじゅんじ）

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 客員研究員／日本学術振興会 特別研究員．
2000年 東京大学工学部計数工学科卒，2005年 同大大学院情報理工学系研究科修了（情報理工学博士）．人間の知覚メカニズム・インタフェース工学の研究を行うとともに，メディア芸術の分野にも携わり，人間の感覚と環境との関係性を理論と芸術的応用の両面から研究している．近年は，SIGGRAPHを初めとする学会活動だけでなく，文化庁メディア芸術祭，Ars Electronica等の芸術祭においても数多くの展示を行う．

<オーガナイザ／司会> 雨宮 智浩（あめみやともひろ）

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 研究員．
2002年 東京大学 工学部機械情報工学科卒業，2004年 同大学大学院 情報理工学系研究科修士課程修了，同年日本電信電話株式会社入社．現在，NTTコミュニケーション科学基礎研究所にて人間の知覚特性や錯覚を利用したウェアラブルインタフェース，力触覚インタフェース，障がい者支援の研究に従事．2008年 大阪大学より博士（情報科学）学位取得．Laval Virtual Grand Prix（2007年）等受賞．

人と人との会話を解き明かす
－コミュニケーションを科学する映像音声技術－

メディア情報研究部　主任研究員
大塚　和弘

コミュニケーションを科学する

私たちは，会議や雑談，電話，電子メールなど，日々いろいろなコミュニケーションを行なっています．数あるコミュニケーションの中でも人と人とが対面で交わす「会話」は最も基本的なものであり，日々，情報の伝達・共有や他者の感情の理解，グループでの意志決定などが会話を通じて行われています．これまで遠隔地間における人と人とのコミュニケーションを支援する様々な技術が開発され，広く用いられていますが，いまだ多くの場面で対面の会話ほどスムーズなコミュニケーションを実現するには至っていません．

我々は，時間や距離によるコミュニケーションの障壁を解消するような技術を開発するためには，そもそも人と人とがどのようにメッセージや想いを伝達するのかというコミュニケーションのプロセスを明らかにする事が重要であると考えています．NTTコミュニケーション科学基礎研究所では，そのようなコミュニケーションという現象を科学するために，コミュニケーションの場面をセンサや計算機を用い，定量的かつ客観的に計測・分析できるような技術の実現を目指しています．

日常のコミュニケーションにおいて，人はさりげなく自分の考えを口にして，また，相手の話に耳を傾けています．こうした人の行動は一見何気ないものと感じますが，そこでは実に多種多様な振る舞いを通じてメッセージの授受が行われています．例えば，言葉以外にも，視線や顔の表情，ジェスチャ，手振り・身振り，声のトーンなどが重要な役割を果たしていることが知られています．これらの言葉以外の行動やそれによる伝わるメッセージは非言語行動や非言語情報と呼ばれています．我々は，これらの非言語情報が，視覚や聴覚など複数のモダリティーを介して伝達されている点に着目し，人の目と耳の代わりにカメラやマイクを使って人の行動を観測し，それを計算機によって分析することで，コミュニケーションのプロセスを明らかにすることができるのではと期待し，画像や音声などメディア技術の研究開発を進めています．

図１：マルチモーダル会話シーン分析システムの動作の様子．手前のモニタに実時間での分析結果が表示されています．

マルチモーダル会話シーン分析

画像や音声などのマルチモーダル情報に基づいて自動的に会話の状況を認識・理解するというタスクを我々は，「マルチモーダル会話シーン分析」と呼んでいます．その目標は，入力情報から会話の６Ｗ１Ｈの記述を自動的に得ることです．６Ｗ１Ｈとは，When（いつ），Where（どこで），Who（誰が），Whom（誰に対して），What（どのようなメッセージを），How（どのような振る舞いによって），Why（何故）発したのか？また，それがどのように他者によって受け止められたのか？ということを指します．現状，このような会話シーン分析の実現には多くの技術的障壁が立ちはだかっていますが，我々はまずメッセージの伝達の方向性，つまり，WhoとWhom，Whenの推定を基本問題とし研究を進めています．

その成果の一つとして，昨年，対面の状況で人と人が会話する場面を自動的かつ実時間で分析できるシステム「マルチモーダル会話シーン分析システム」を開発しました［1］．このシステムは，図１に示すように，比較的小規模のミーティングを想定して，テーブル上に置かれたコンパクトな全方位カメラ・マイク（図２）により画像情報，音声情報を収集し，その情報を処理・統合することで会話の状況を分析し，その結果をディスプレイ上に表示するシステムです．具体的には，「誰がいつ話しているか？」「誰が誰の方を向いているか？」「誰が注目を集めているか？」といった会話の状態を即時にモニタリングすることができます．このシステムには当研究所で開発されたメディア技術の中でも，全方位画像上で複数の人物の顔向きを高速で追跡する技術と，３本の遠隔マイクの信号から各人の声の到来方向と時間区間を頑健に推定する技術，が用いられており，それらの統合により会話シーンの分析が可能になりました．このようなマルチモーダル情報に基づいて実時間で複数人物の会話場面を分析するシステムの構築は世界で最初の試みでした．

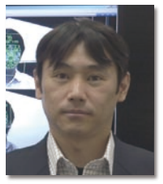
展望

マルチモーダル会話シーン分析システムをさらに発展・拡張していくことで，会議のマルチメディア議事録の自動作成や，テレビ会議システムの自動カメラワーク，ひいては人間同士の会話に参加できるロボットやエージェントなど，より円滑なコミュニケーションを実現する新技術の創出に繋がっていくと考えています．そのため現在，画像や音声の要素技術の性能向上を行うとともに，顔の表情や声のトーンなど，より豊かな人間の非言語・言語行動を対象とした技術の研究開発を進めています．

図２：全方位カメラ・マイク

【参考文献】

［1］大塚，荒木，石塚，藤本，大和：“多人数会話シーン分析に向けた実時間マルチモーダルシステムの構築～マルチモーダル全方位センサを用いた顔方向追跡と話者ダイアリゼーションの統合～，”信学技法MVE2008-68，2008．



大塚 和弘（おおつかかずひろ）
NTTコミュニケーション科学基礎研究所 メディア情報研究部 主任研究員
2007年 名古屋大学博士（情報科学）．専門は情報科学．1995年日本電信電話㈱NTTヒューマンインタフェース研究所．2001年よりNTTコミュニケーション科学基礎研究所．コンピュータビジョン・画像処理の研究に従事．近年，マルチモーダル情報統合による人と人とのコミュニケーションシーンのモデル化・認識の研究を立ち上げる．情報処理学会 第55回全国大会優秀賞，2007年 ACM 9th International Conference on Multimodal Interfaces Outstanding Paper Award，2008年 電子情報通信学会MVE賞，他受賞．

質感を生み出す脳のメカニズム
－感性情報の理解と制御に向けて－

人間情報研究部 主任研究員
本吉　勇

質感を見わける脳

私たちの身の回りにある様々なモノの表面にはそれぞれ独特の質感があります．ザラザラした表面もあればスベスベの表面もあり，金属のように強い光沢をもつものもあれば，ガラスのように透明なものもあります．私たちはふだん，そうした質感（表面の特性）の違いをいとも簡単に見分け，評価しています．

二つの眼に映った画像だけから，脳はどうやって質感を見わけているのでしょうか？　表面のもつ三次元的な凹凸を復元し，影のつき方などを細かく分析しているのでしょうか？　実はそうではありません．脳は，二次元の画像のなかにある単純な特徴を手がかりにして，光沢感などの質感を見分けているのです［1］．

画像のなかに隠された手がかり

図1に二つの彫刻があります．右のものには強い光沢があり，左のものにはないということがすぐにわかります．なぜすぐにわかるのでしょうか？　どちらの彫刻にも複雑な凹凸がありますが，画像全体のもつ統計的な性質を分析すると，実は両者のあいだには単純な違いがあります．

それぞれの画像の下に，明暗の各階調のピクセルの割合を示した強度ヒストグラムというものを示してあります．画像処理の研究でよく使われるグラフです．これを見ると，光沢のある右側の画像のヒストグラムは明るい方向に鋭く延びている（正の方向に歪んでいる）のに対して，左側のつや消し画像のヒストグラムはそうでないことがわかります．他の様々な表面の画像を分析してもそうです．脳は，このヒストグラムの歪みを手がかりに光沢感を推定しているらしいのです．実際，ヒストグラムを人工的に歪めると光沢の知覚も変わります．また，ヒストグラムの歪んだ画像をずっと見たあとでは，表面の光沢が変わって見えます（順応効果）．

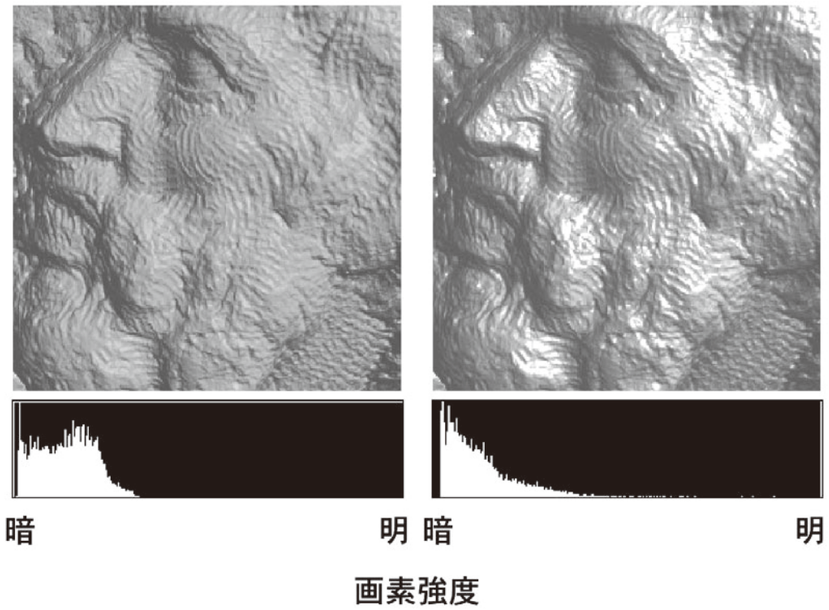


図１：光沢の違う二つの表面と，その強度ヒストグラム

質感をコントロールする

光沢感だけでなく，透明感や金属感など他の質感も意外と単純な特徴で決まっている可能性があります．というのも，画像に単純な処理を施すだけでそれらの質感を劇的に変化させることができるからです［2,3］．例えば，光沢のある表面の画像のハイライト以外の部分（陰影パタン）の濃淡を反転させるだけで，その表面はゼリーのような透明感をもって知覚されます．物理的に透明な物体の内部では光が透過したり散乱したりと非常に複雑なことが起きるのですが，最終的に眼に届く画像は，明暗パタンの反転やぼけといった単純な性質をもつ傾向があります．脳はここでも，そうした性質を巧みに利用して質感を見極めているのです．

感性制御技術

脳の質感情報処理の原理をより深く理解できれば，豊かな質感をもつ画像を伝送したり，実写やコンピュータ・グラフィクスの質感を自在に制御・合成することが可能になるでしょう．

さらに，ここで紹介した「単純な画像特徴のもつ意外なインパクト」は，モノの質感のみならず，画像のリアリティや臨場感といった，視覚的にとらえられる様々な感性的印象に当てはまる可能性があります［4］．もしそうなら，これまで専門家の鑑識眼や直観に頼ってきた判断を機械的におこなったり［5］，画像の印象そのものを合成できるようになるかもしれません．

【参考文献】

［1］Motoyoshi, I., Nishida, S., Sharan, L. & Adelson, E.H. (2007). Image statistics and the perception of surface qualities. Nature, 447, 206-209.

［2］Motoyoshi, I., Nishida, S. & Adelson, E.H. (2005). Luminance re-mapping for the control of apparent material. Second Symposium on APGV, 165.

［3］本吉勇 (2008). 質感知覚の心理学. 心理学評論, 51, 235-249.

［4］Portilla, J. & Simoncelli, E.P. (2000). A Parametric Texture Model Based on Joint Statistics of Complex Wavelet Coefficients. International Journal of Computer Vision, 40, 49-71.

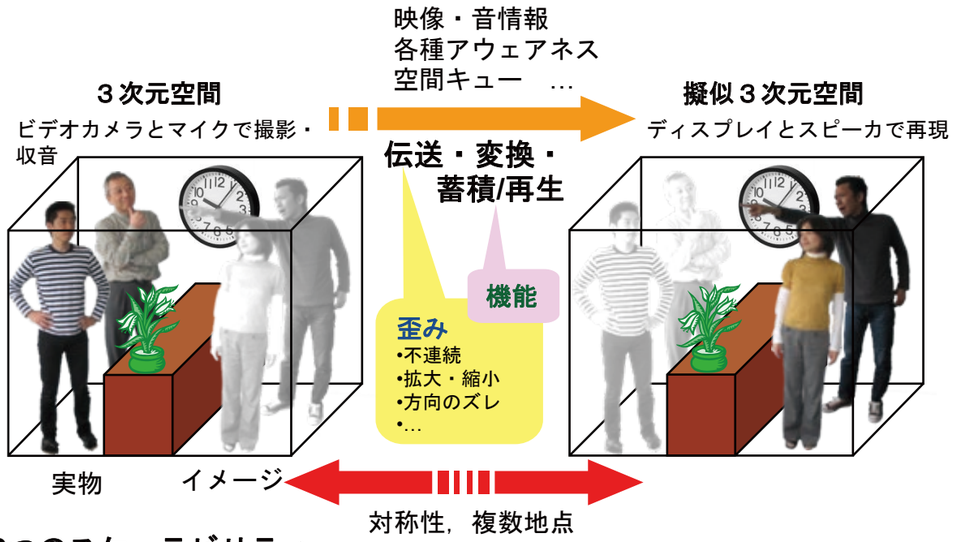
［5］Lyu, S., Rockmore, D. & Farid, H. (2004). A digital technique for art authentication. Proc Natl Acad Sci U S A. 101, 17006-17010.

本吉　勇（もとよしいさむ）
NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 主任研究員．
1999年に東北大学大学院文学研究科を修了．文学博士．1999年にNTTコミュニケーション科学基礎研究所リサーチ・アソシエイト，その後，日本学術振興会特別研究員，マッギル大学医学部眼科学科客員研究員などを経て現職．2006年より東京工業大学大学院総合理工学研究科連携准教授．2007年に日本心理学会国際賞．専門は心理学，特に人間の視覚．

皆さまに　使っていただく　t-Room

ー機能と効率とアウェアネスのスケーラビリティの追求ー

オーガナイザ：　平田圭二



3つのスケーラビリティ：

1. ユーザの要求に応じて自由に**機能**を組み合わせていけること
   時間，空間，音の様々な相互変換，蓄積されたコミュニケーションの様々な方式の再生
2. システム規模が大きくなっても**効率**が低下しないこと
   ユーザ数，カメラ・ディスプレイ台数，地点数，ネットワーク制御，履歴や記録の蓄積量
3. 遠隔協調作業に必要な多様な**アウェアネス**を複合的に維持していること
   遠隔協調作業に及ぼす影響の調査，集団で課題に取り組む際のパフォーマンス

概要：遠隔地点や異なる時刻にいるユーザ，サイバー空間中の仮想物体やアバタなどと，自然で知的な協調作業ができるような汎用の遠隔ビデオコミュニケーション環境（時空間同室感環境）を目指して，現在t-Roomというシステムをプロトタイピングしています．

これより例えば，次のような変革がもたらされると考えています．常時いつどこの人とでも同室感ビデオコミュニケーションができます．時間と空間の相互変換を用いて超多人数ビデオコミュニケーションができます．ビデオによるインデクシングを用いて，日常の全コミュニケーションを統合する高次コミュニケーション環境が実現されます．

平田　圭二

展示紹介：大きさや構成の異なるt-Roomを複数台接続し，常に没入している感覚を体験していただきます．ディスプレイで囲まれた空間内に３次元音響を再現する技術をお見せします．カメラとLCDを用いて３次元空間を遠隔地に再現する際に生じる「歪み」の影響を調べました

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/a1/index.html

皆さまに　使っていただく　t-Room　　A-1-1

汎用の　ミドルウェア　三代目

― 時間と空間の再構成が可能な環境を創る ―

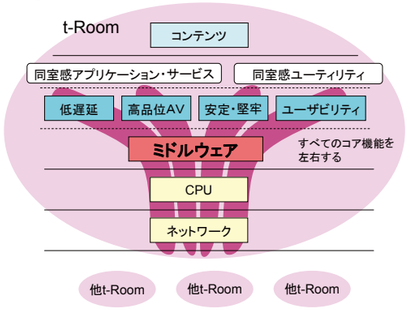
どんな研究？： ビデオコミュニケーションシステムを具現化する構成部品をデザインし，造り上げる研究です．汎用のハードウェアと我々の柔軟なソフトウェアとを組み合わせることで，新しいコミュニケーション空間を実現します．

どこが凄い？： 時間と空間を取捨選択し，それらをコミュニケーション環境中に展開し再構成する機能を持つソフトウェアにより，離れた場所や過去のある時と同一の空間に居るといった通常不可能な体験を提供します．

もたらされる変革： 遠く離れた所に行きたい，時間を旅したい，「あの人」に会いたい，もっと多くの色々な人と話をしたい，といった人間の根源的欲求を満たすコミュニケーション環境の実現に向けて，研究をすすめています．

t-Roomミドルウェアとは？

接続する時空間の選択・再構成を実現する，ビデオコミュニケーションソフトウェア



t-Roomミドルウェアの変遷

概念整理，処理効率化，標準仕様採用等を図る

	1.0版 (2005年)	2.0版 (2007年)	3.0版 (2009年)
オブジェクトモデル	ViscuitLand（表示窓，双方向ポインタ，画像オブジェクト） 映像と音を場所と時間でインデキシングする方式 1枚の無限に広い紙	t-Room A / t-Room B（時刻） 仮想共有面	表示座標付Web
制御方式	独自命令	XMLによる命令記述	XMLスクリプト
データ形式	独自	独自	標準形式＋XML
プロトコル	独自	NZAM（独自）	HTTP+Push型同報
プログラムサイズ	大	中	小
安定度	低	低	中

t-Roomミドルウェアにより実現されるもの

様々な汎用ハードウェアを組み合わせ，多様な形態の同室感通信システムを，同一のソフトウェア（ミドルウェア）により構築することが可能になりました

ディスプレイ：65V型 8台 (縦置き)
使用PC：計17台

ディスプレイ：52V型 4台 (縦横混在)
使用PC: 計4台

ノート型パソコン 1台

関連文献

Hirata, Harada, Takada, Aoyagi, Shirai, Yamashita, Kaji, Yamato, Nakazawa, “t-Room: Next Generation Video Communication System”, IEEE World Telecommunications Congress 2008 (WTC '08).

平田, 原田, 高田, 青柳, 白井, 山下, 大和, 梶, “遠隔ビデオコミュニケーションシステムのための仮想共有面の実装方式”, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2007 (GNWS 2007).

連絡先: 高田敏弘 (Toshihiro Takada)
メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ

皆さまに　使っていただく　t-Room　　A-1-2

どこからも　どこでも聞こえる　HiFi音

― スクリーン上に音響イメージを再現するスピーカ ―

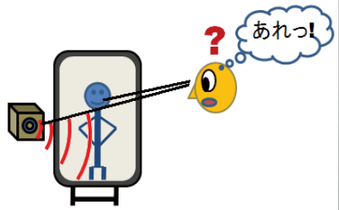
どんな研究？： テレビ電話/会議等のビデオ再生において，よりリアルな同室感をつくり出す音響環境を実現するための研究です．このスピーカ・システムでは，画面の中から実際に音が鳴っているかのように感じさせることができます．

どこが凄い？： 大きさや角度を調整した音声反射板をスピーカに設置し，物理的に音波の指向特性を制御します．そのため，聴取者の人数や位置に依存せずに，任意の場所から音が鳴っているかのように知覚させることができます．

もたらされる変革： 画面上の異なる人物の口からそれぞれの声が出ているよう感じさせることで，より自然なテレビ会議が実現できます．同様に，それぞれの楽器から本当に音が聞こえてくるような映像コンテンツの作成も可能になります．

従来のスピーカは．．．

画面中の人の声が，画面の外から聞こえてしまう．

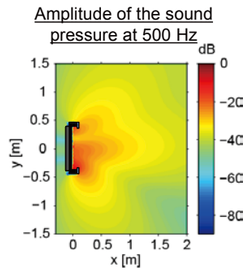


新しいスピーカ・システム！

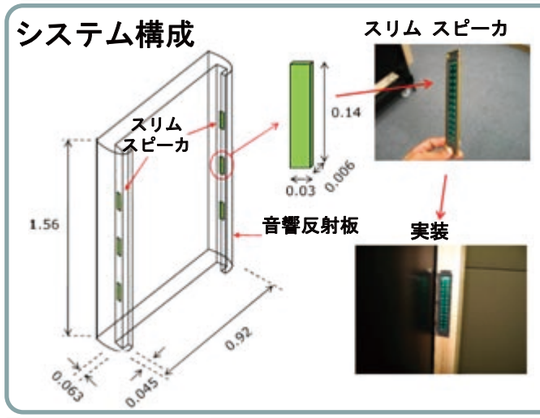
画面の中から音が聞こえる感覚を作り出すことに成功しました！

音響シミュレーション

音響特性を検証．



システム構成



プロトタイプ

研究の計画

本システムで再生する音声の入力系にはマイクロホンアレイが必要になります．現在研究中で，近日完成の予定です．

関連文献

Gabriel Pablo Nava, Keiji Hirata, Masato Miyoshi, Yasunori Harada, "A Loudspeaker-Embedded Design for an Immersive Videoconferencing System with Large Screens“, Proc. Int. Symp. Universal Communication (ISUC) 2008, pp.261-267, 2008.

連絡先: Gabriel Pablo Nava / 松田昌史
メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ

皆さまに　使っていただく　t-Room　　A-1-3

ありがたや　離れていても　同室感

ーユーザの座席配置が遠隔協調作業に及ぼす影響についてー

どんな研究？：遠隔地の人を投影するディスプレイの配置場所(遠隔地間の座席配置)を変えると，遠隔コミュニケーションのパターンが変わります．

どこが凄い？： t-Roomでは座席配置を変えるだけで遠隔コミュニケーションにおける対話パターンや議論の合意度を操作することができます．

もたらされる変革：新規にビデオ会議システムを設置する際に，設置目的（会議目的）に合致したディスプレイ配置に関する設計指針を与えることができます．

比較実験　　**実験目的：遠隔地間で座席配置を変えることによる効果を検証．**

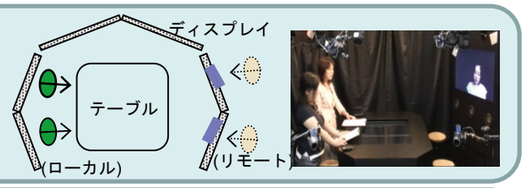
実験概要：
各座席配置について4名でグループ課題を解きます．

グループ課題：
合意形成(砂漠生き残り問題)

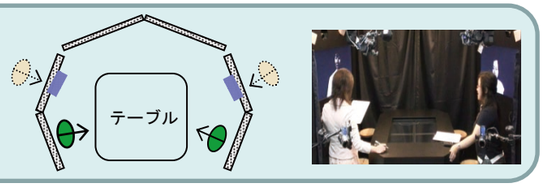
参加者数：
9グループ(36名)

手順：
1. 個別に課題を解きます．
2. グループで合意形成．
3. 再び個別に課題を解きます．

座席配置A（遠隔対向型）



座席配置B（遠隔隣接型）

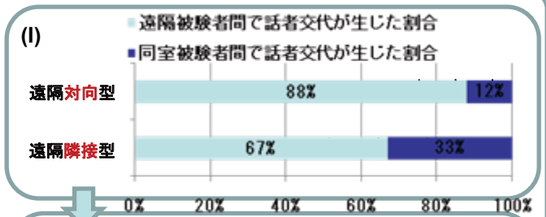


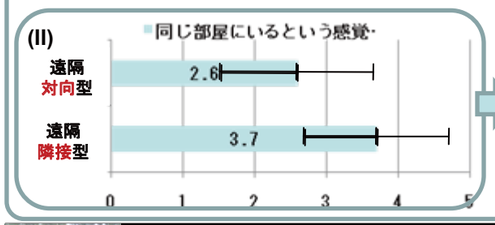
実験結果

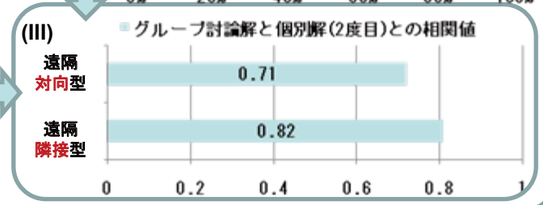
遠隔隣接型は，遠隔対向型よりも

(I) 話者交代が均等化
(II) 遠隔地間の一体感が向上
(III) 議論に対する合意度が向上

➔ 同室感の向上







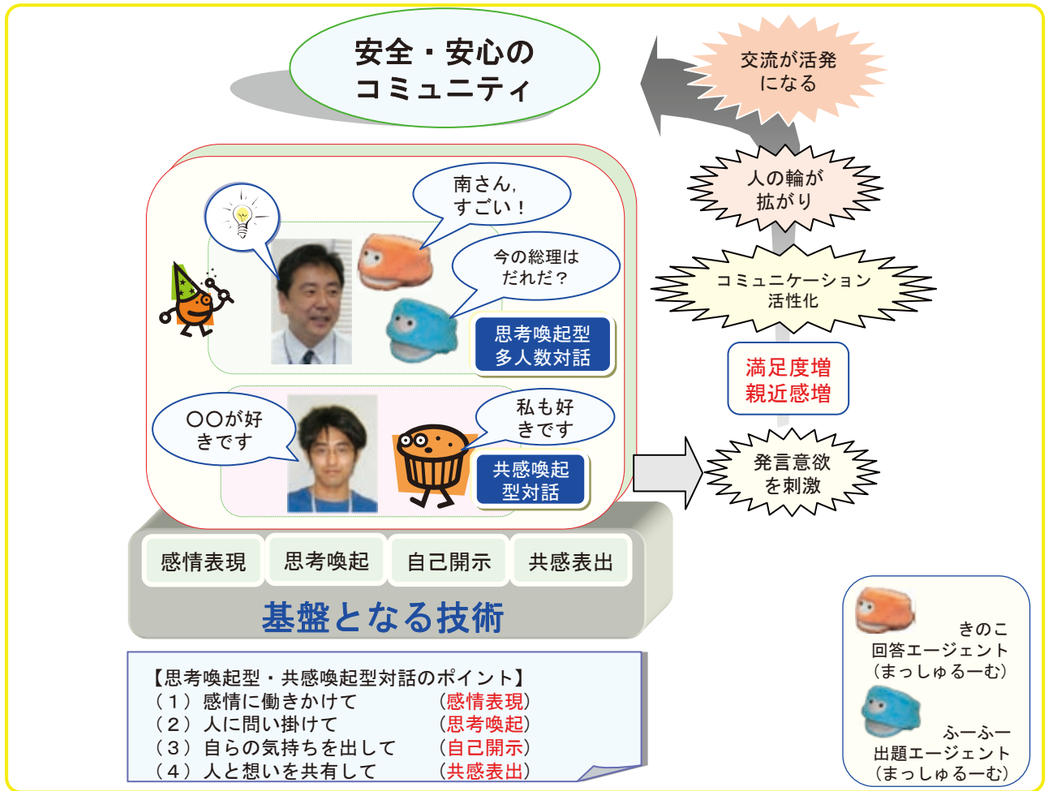
関連文献
Naomi Yamashita, Keiji Hirata, Shigemi Aoyagi, Hideaki Kuzuoka, Yasunori Harada, “Impact of Seating Positions on Group Video Communication,“ Proceedings of ACM Conference on Computer-Supported Collaborative Work (CSCW’08), pp.177-186, 2008.

連絡先: Hirata Keiji ＆ Naomi Yamashita
メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ

会話を盛り上げ，親しんでもらうコンピュータ

ー思考・共感の喚起がもたらすコミュニケーション環境ー

オーガナイザ： 南 泰浩，森 啓



概要：人間と日常的に自然なコミュニケーションを行うコンピュータを実現するためには，コンピュータがただ単に言語的な情報を伝えるだけでなく，人間の内面に積極的に働きかけることが必須です．そうすることで，コンピュータは参加者である人間，および参加者間の共感を呼び起こし，知識意欲・発言意欲を刺激し，結果として人間同士のコミュニケーションも活性化させることが可能になります．

展示紹介：複数人、あるいは１対１会話の場にいる人の会話意欲や発言を引き出したり、エージェントに対する親近感を高める２つのシステムを紹介します．

（１）**思考喚起型多人数対話システム「CAMP」**
クイズを通じて，エージェントが人に自ら考えるよう問い掛けたり，場に応じて適切な感情表現を示すことで，人の発言意欲を高めます．

（２）**共感喚起型対話システム「MAFFIN」**
参加者とエージェントとの無味乾燥な1対1の会話ではなく，人からの問いかけにエージェントが自らの考えを明らかにしたり，人の発言に理解を示してくれますので，より身近な存在として感じることができます．

南 泰浩　森 啓

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/a2/index.html

会話を盛り上げ，親しんでもらうコンピュータ　A-2-1

みんなの会話を盛りあげるシステム　キャンプ

ー感情に働きかける思考喚起型多人数対話システム ー

どんな研究？： 複数の人間が集う会話の場において，人間の発言を引き出し，会話を盛りあげるための研究です．対話システム「キャンプ」は，会話に参加する対話エージェントの介添えにより，飽きのこない，活発な会話を実現します．

どこが凄い？： クイズ形式のやり取りにより，人間が自ら思考を働かせるように仕向けることができます．さらに，対話エージェントが場に応じた適切な感情を表すことで，人間の良好な心理状態が導かれ，人間の発言意欲が高まります．

もたらされる変革： この研究が進展することにより，協同学習やデイケアといった大勢が集う場において，人々のコミュニケーションを促進することができます．それにより，人々の学習効果を高めたり，活発な交流を支援することにもつながります．

思考喚起型多人数対話システム　キャンプ
CAMP: Communication Activation in Multi-Party dialogue

複数の人間と複数の対話エージェントが思考喚起型対話（クイズ形式の対話）を行う対話システム

クイズを出題する対話エージェント
ふーふー

太郎さん（人間）

ふーふー＞次のヒント．鎌倉幕府の第３代将軍だよ
きのこ　＞誰だろう．頼朝かな
ふーふー＞惜しい．源頼朝じゃないよ
一郎さん＞分からないなあ
きのこ　＞難しいよねえ
太郎さん＞源実朝でしょ
ふーふー＞あたり．正解は源実朝だね
ふーふー＞正解できてすごい！よく分かったね！
きのこ　＞太郎さん，すごいなあ
一郎さん＞太郎さん，よく知っているね
太郎さん＞それほどでも
きのこ　＞自分で正解できなくて，悔しいなあ

一郎さん（人間）

回答する対話エージェント

きのこ

- クイズ形式のやり取りで難しい順にヒントを提示
- 人間とともにクイズに回答

↓

- 人間の思考を喚起
- 人間が自ら考えるように動機づけ

↓

人間のコミュニケーションが活発化

↑

- 人間が感じる満足度が向上
- 人間の発言量が増加

統計的に有意な効果であることを実証（有意水準 0.001）

↑

対話の流れに応じた共感的感情の表出

自己中心的感情の表出は満足度や発言量に影響なし

関連文献
浅井，堂坂，東中，南，前田，“多人数対話における対話エージェントのコミュニケーション活性効果，” 言語処理学会第15回年次大会発表論文集, D3-3, pp. 454-457, 2009.

連絡先: 堂坂浩二 (Kohji Dohsaka)
メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ

会話を盛り上げ，親しんでもらうコンピュータ　A-2-2

親しみやすく，話したくなるシステム　マフィン

ー共感喚起型対話システムー

どんな研究？： ユーザにとって，親しみやすく，話したくなる対話システムの実現を目的としています．本研究では，自己開示と共感表出を行う対話システム「マフィン」を通して，親近感や対話の満足度を高める要素を分析しています．

どこが凄い？： 人間同士の対話では，共感や自己開示が親近感の形成に重要であると分かっています．しかし，対話システムによる共感や自己開示の効果は分かっていませんでした．本研究により，システムが共感することで，システムの親しみやすさや対話の満足度が高まることが初めて分かりました．

もたらされる変革： コンピュータとのやり取りは無機質なものになりがちです．マフィンのように共感し，人間の心に働きかけることで，将来におけるコンピュータと人間との関係を，親しみやすく温かみのあるものにできます．

マフィン

共感と自己開示を行うテキスト対話システム

MAFFIN：Dialogue System for **M**utual **AFFIN**ity

対話例

マフィン＞どんな動物が好きですか？
マフィン＞私はホタルが好きなんですよ　自己開示
ユーザ　＞私も大好きです
マフィン＞ホタルが好きなんですね　共感
マフィン＞ホタルが好きな理由を知りたいです
ユーザ　＞綺麗だから
マフィン＞なるほどよくわかります
マフィン＞私も好きです　儚いから

実験

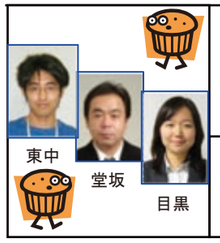
共感・自己開示の仕方の異なるマフィンとユーザとの対話を９００対話収集して分析

① ユーザの共感回数が２回以上の対話の親近感・満足度 ＞ ユーザの共感回数が２回未満の対話の親近感・満足度

② 重回帰分析にて，ユーザの共感回数とシステムの共感回数に比較的高い関連

統計的検定により有意な差 ($p < 0.002$)

⇒ システムの共感がユーザの共感を誘引し，システムへの親近感や対話の満足度を向上させていることが判明



関連文献
- R.Higashinaka, K.Dohsaka, H.Isozaki, “Effects of self-disclosure and empathy in human-computer dialogue”, In Proc. of Spoken Language Technology Workshop (SLT2008), pp.109-112, 2008.
- 東中, 堂坂, 磯崎, “対話システムにおける共感と自己開示の効果”, 言語処理学会第15回年次大会発表論文集, D3-1, pp.446-449, 2009.

連絡先: 東中 竜一郎(Ryuichiro Higashinaka)
協創情報研究部 言語知能研究グループ

インターネットを創造的に使う

ー 様々なビジュアル技術によるネット上の共同制作 ー

オーガナイザ： 原田康徳

背景
•SNSの普及がひと段落．次の一手は何か．
•ニコニコ動画，初音ミクなど，テキスト以外の創造的なアプリケーションが活性化
•参加者の創造性を引き出すワークショップ（体験型学習）のブーム．
（ワークショップにインターネットアプリケーションのヒントが）

ビジュアル言語による創造的システム研究の経緯

2003年：Viscuit 柔軟に動作するビジュアル言語開発
プログラミングの魅力を万人に伝える．
うごく絵本ワークショップ．
コンピュータを創造的なツールとして使う．
2005年：ViscuitLand　ネットワーク上で共同制作
広いキャンバスを参加者で埋め尽くす
2006年：実験サイト「うごうごブログ」サービス開始
広告と連動した創作活動を展開
2007年：さまざまなワークショップとコラボ
プログラミングによる創造性がより顕著に
2008年：遠隔ワークショップ（東京⇔福岡）
２つのワークショップ会場を同室感でつなぎ，
共同制作を実施

www.viscuit.com

ugougoblog.com

概要： インターネットを利用した様々な創作活動において，ブログのような作者とそれに対する読者のコメントといった，非対称な関係が第一世代であるとすれば，参加者が対等な関係で創作を行う第二世代のサービスが台頭しつつあります．CS研で開発したビジュアル言語技術を中心に，参加者が対等にアニメーションや音楽などを共同で創作するシステムを紹介します．

展示紹介： ワークショップのノウハウをインターネット上に実装し，アニメーションに適用した成果を紹介します．会場では，ミニワークショップを開催し，実際に体験して頂くことができます．

原田　康徳

以下のURLで，展示と同じデモを体験していただけます．
イベント，授業等で御使用になる場合はご相談ください．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/a3/index.html

インターネットを創造的に使う　A-3-1

ネット上のみんなで作るアニメーション

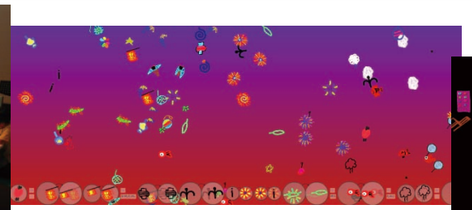
ー 共同制作を活性化する協調パターンの導入ー

どんな研究？： 言語によらない協調作業をインターネット上で引き出すために，コミュニケーションが活性化する仕組みを探り，それを組み込んだシステムを開発します．

どこが凄い？： ワークショップ（体験型学習）で使われているいくつかの共同制作のパターン（連鎖，引用，共有，分担）を摘出し，システムに組み込むことで，ワークショップの熱気，達成感をインターネットでも伝えコミュニケーションが活性化します．

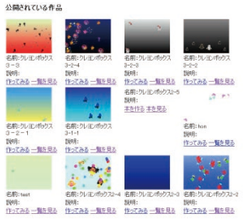
もたらされる変革： 人間が本能的にもっている創造的であるという性質を引き出すことで，インターネットの楽しさを言語の壁，年齢の壁を超えて広く伝え，インターネットの負のイメージを払拭します．

ワークショップの様子
(NTTインターコミュニケーション・センター)



ワークショップで作られた作品:大勢の参加者で大きなスクリーンをアニメーションで埋め尽くす
(おいでよ！不思議の森のミュージアム：福岡アジア美術館)

うごく絵本の共同制作
(クレヨンボックス)



ビスケット3.0で作成された作品群

創作的なワークショップ（体験型学習）では，複数の参加者が共同でひとつの作品を作ることがしばしば行われています．

- ビスケットランド（原田）：世界観を「共有」してアニメーションを作る
- カンブリアンゲーム（安斎，中村）：作品を「引用」して次の作品を作る
- ピンポンアニメ（鈴木）：２つの絵を開始または終了とするアニメーションを複数の参加者が作り，それらを「連鎖」させる
- うごく絵本（原田）：背景，部品，動きを「分担」して1冊の絵本を作る

それら４つの機能をWebアプリで実装し，ワークショップと同じ熱気，達成感をインターネット上でも体験できるようにしました．

ピンポンアニメ

今後，実証実験を重ね，インターネットでの共同創作活動をより引き出すことができるシステムへ改良します．

この成果をアニメーション以外のメディア（音楽，ビデオ）にも適応したシステムを開発します．

関連文献

原田康徳，”体験型ワークショップ用ソフトウェアの開発”，第50回プログラミングシンポジウム，情報処理学会, 2009/1/13.

連絡先: 原田康徳 (Yasunori Harada)
メディア情報研究部 コミュニケーション環境研究グループ

センサネットワークが見せる世界の様相

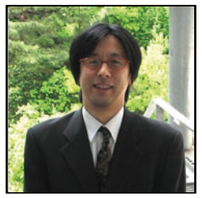
ー実世界セマンティクス環境の研究ー

オーガナイザ： 須山 敬之

概要： この実世界には情報化されていない様々な「モノ」と「デキゴト」が存在します．ここではこれまで研究プロジェクト(s-room)を発展させ，稠密に配置した加速度センサや照度センサなど様々なセンサとセンサネットワークを用いて，実世界を情報化，さらには人に分かりやすい方法で「見える化」をし，実世界情報のコンテンツ化とそれを用いた応用の研究を行っています．

展示紹介： 今回の展示では，以下に挙げる3つの技術によりセンサネットワークが見せる世界を紹介します．3つの技術はそれぞれ情報の収集，情報の解釈，人の行動認識を行っています．

①無数にあるモノとデキゴトを収集する方法
②このデキゴトはどのように見えている?
③センサで分かる人の日常行動



須山　敬之

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/a4/index.html

無数にあるモノとデキゴトを収集する方法

ー稠密に配置されたセンサノードからの効率的情報収集技術ー

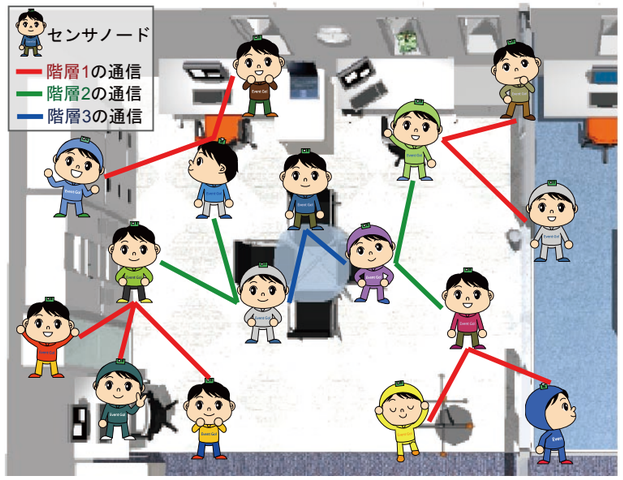
どんな研究？：実世界の正確なセンシングのためには，狭い部屋の中であっても，机，椅子，扉，窓，引出，ペン，クリップなどさまざまなものに，たくさんのセンサを設置する必要があり，そのためのデータ収集手法を研究しています．

どこが凄い？：密集してセンサノードが配置されたネットワークでは，無線通信が衝突しやすく，効率的な通信のための様々な手法が研究されています．本研究では階層的クラスタリングという新しいアプローチでこの課題を解決します．

もたらされる変革：高密度なセンサネットワークから効率的にデータを収集できるようになるため，たくさんのセンサがある環境で，実世界の状況を高精細に‘見える化’し，今までにない精度での状況把握などが可能になります．

研究の目的

たくさんのモノにセンサノードを取り付け，
モノの状況と発生したデキゴトを高速に収集．

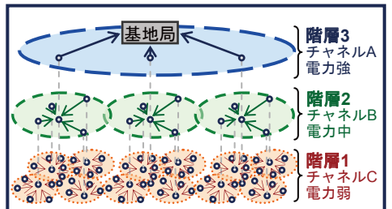


課題

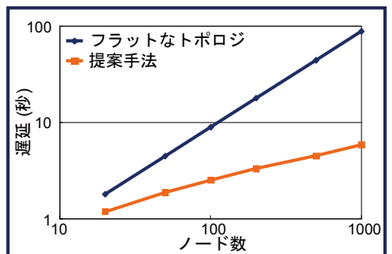
センサノードの数が増えると，
無線通信が衝突しやすくなり，
効率のよい通信が困難．

アプローチ

階層的クラスタリングによって，
無線の衝突が少なく，
遅延が抑えられる
ネットワークトポロジを決定．



階層的クラスタリングのイメージ



シミュレーション実験の結果

結果

- センサノードの台数が多いときに遅延を大幅に抑えられることをシミュレーションで確認．
- 実機のセンサノード90台から4秒以下の遅延でデータを収集することに成功．

応用

- 実世界の状況を高精細に計測．
- 今までにない精度での状況把握が可能．

関連文献
Y. Kishino, Y. Sakurai, K. Kamei, Y. Yanagisawa, T. Maekawa, and T. Okadome, ”Data Gathering in High-Density Wireless Sensor Networks using Hierarchical Clustering,” IEEE ISWCS, pp. 547-551, 2008.
Y. Kishino, Y. Sakurai, K. Kamei, Y. Yanagisawa, T. Maekawa, and T. Okadome, “Hierarchical Clustering for Efficient Data Gathering in High-Density Sensor Networks,” PERVASIVE 2009, LBR paper, 2009.

連絡先: 岸野泰恵 (Yasue Kishino)，櫻井保志 (Yasushi Sakurai)
協創情報研究部 知能創発環境研究グループ

このデキゴトはどのように見えている?

ーセンサデータ解釈のための実世界知識構築技術 ー

どんな研究？： センサにより様々なデキゴトを検出するためには，どのようなデキゴトをどのように検出するのかという「知識」が必要となります．実際にセンサを配置した環境でデキゴトを観測しながら，段階的に知識を構築する方法を研究しています．

どこが凄い？： 生活環境内のモノに取り付け可能な小型センサを開発し，研究所内で起きる様々なデキゴトの観察データを蓄積し続けています．この大量の実データに含まれる様々なデキゴトの組み合わせを対象に，実世界の知識を構築する枠組みを確立しました．

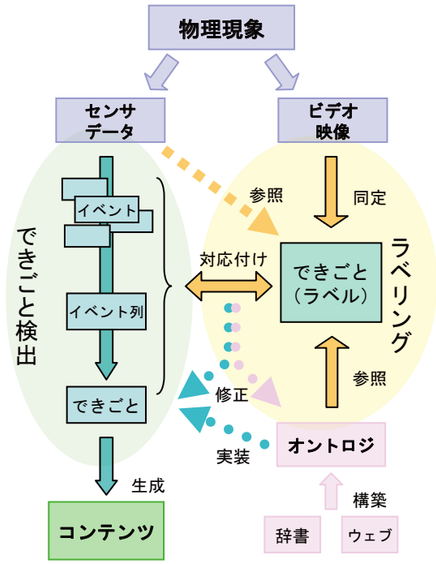
もたらされる変革： センサ環境は高密度化・低消費電力化に向かうトレンドがあり，個々のセンサの機能や配置方法は今後も変化し続けます．段階的な知識構築技術を確立することで，センサの高度化による変化に追随しながら，デキゴトの言語化・可視化を実現します．

課題

- ✓ センサ環境研究における基本的な問題．
  - ✓ どのようなデキゴトを検出したいのか．
  - ✓ デキゴトがセンサでどのように観測されるのか．
- ✓ デキゴトに関する「知識」を構築した上で，観測データからデキゴトを認識する技術が必要．

アプローチ

- ✓ ラベル付けされた実験データを中心に知識を構築．
  - ✓ 小型のセンサを実環境中のモノに取り付けてデキゴトの観測結果を蓄積し，
  - ✓ センサ環境で検出されるべきデキゴトに対してラベル付けした実験データを構築し，
  - ✓ 検出したいデキゴトに関する知識の構築と，センサによるデキゴトの検出方法の高度化を，並行して推進．



- ✓ 知識構築過程をラベリングツールにより支援
  - ✓ 「モノ」および「できごと」に関する語彙を提示
  - ✓ センサデータおよびラベル（人手・機械双方）の閲覧
  - ✓ 人による認識結果とセンサによる検出結果の比較

関連文献
K. Kamei, et al. “A Labeling Tool for a Sensor Networked Environment with a Real-world Knowledge Construction Model,” UbiComp 2008 Adjunct Proceedings, pp. 12-13, 2008.
亀井 他，“センサデータ解釈のための拡張可能な知識構築手法，” 情報処理学会研究報告(ユビキタスコンピューティング研究会 2008-UBI-18), pp. 47-54, 2008.

連絡先: 亀井剛次 (Koji Kamei), 須山敬之(Takayuki Suyama)
協創情報研究部 知能創発環境研究グループ

センサネットワークが見せる世界の様相　A-4-3

センサで分かる人の日常行動

ー身体に装着した多種のセンサを用いた日常生活行動認識ー

どんな研究？：日常生活において，腕に取り付けたカメラやマイクや加速度計などの様々なセンサにより，**人間が何をしているか**を認識する研究です．行動を認識することで，その行動に応じたサービスの提供や人の行動の記録などができるようになります．

どこが凄い？：**手首**に装着したカメラにより行動に使われる**モノの利用情報**を取得することで，身体に装着したセンサのみでは検知が困難だったモノを使った**複雑な**行動（例えば，薬を飲む，コーヒーを作る，お茶を入れるなど）を検知できるようになりました．

もたらされる変革：手首に装着した**一つの**センサデバイス**だけ**で，ユーザの行動認識ができるようになりました．これにより，ユーザの行動に応じたサービスの提供やユーザの生活の記録（ライフログ）などが**低コスト**で行えるようになります．

どうやって分かるの？

・手にセンサデバイスを装着することで，**手によって行われる行動の様々な特徴**を捉えることができます．（右下参照）

・捉えた特徴を用いて，機械学習という手法により行動を認識します．（簡単に言えば，過去に起こった行動の特徴と，現在行われている行動の特徴とを比較して，現在行われている行動が過去のどの行動と似ているかを決めます．）

図1：想定する理想的なセンサデバイス

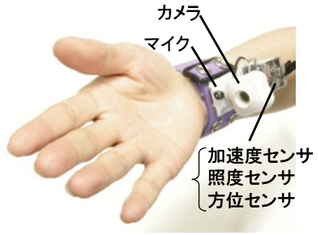


図2：実装したプロトタイプデバイス

捉えられる行動の特徴（図3も参照）

[カメラ]
・手で使っているモノの色合い

[マイク]
・使っているモノが発する音
　・水流の音や掃除機の動作音など

[加速度センサ]
・モノを使うときの特徴的な手の動きや姿勢
　・歯磨きの動きや掃除機を持つ姿勢など

[照度センサ]
・行動の場所に特徴的な明るさ
　・ベランダで行う水やりなど

[方位センサ]
・行動に特徴的な方角
　・コンロの前で行う料理など

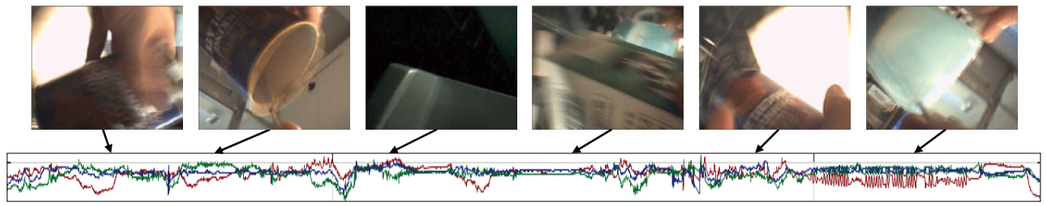
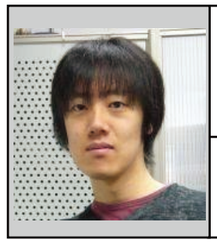


図3：デバイスから取得されるセンサデータの例（ココアを作っているとき）



関連文献

・T. Okadome,, Y. Kishino, T. Maekawa, K. Kamei, Y. Yanagisawa, and Y. Sakurai: Real-time creation of web content about physical objects and events using sensor network, *Ubiquitous Computing and Communication Journal*, Special Issue on Ubiquitous Sensor Networks (Oct. 2007).

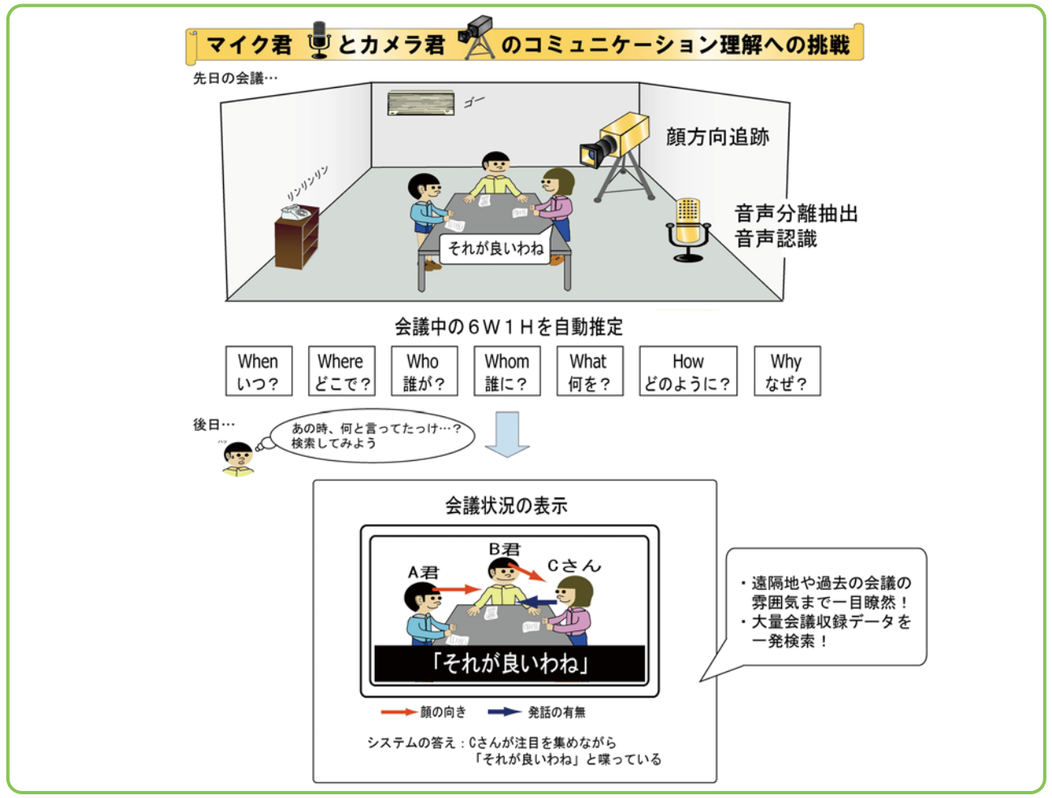
・T. Maekawa, Y. Yanagisawa, Y. Kishino, K. Kamei, Y. Sakurai, and T. Okadome: Object-Blog System for Environment-Generated Content, IEEE Pervasive Computing, Vol. 7, No. 4, pp. 20-27 (Oct.-Dec. 2008).

連絡先: 前川卓也 (Takuya Maekawa)
協創情報研究部　知能創発環境研究グループ

会話の流れが一目瞭然！

ー コミュニケーションシーンを理解する音声映像技術 ー

オーガナイザ：荒木章子，大塚和弘



概要：我々はコミュニケーションシーンの理解・分析のための音声映像技術に取り組んでいます．この技術を確立できれば，会話におけるコミュニケーションをより豊かにするための情報をフィードバックしたり，他地点/多地点間でもリッチなコミュニケーションを行なうことが可能となります．またコミュニケーションシーンの分析結果を使うことで，大量の会議収録データの中から，所望の収録データを簡単に検索し視聴することもできるようになります．

展示紹介：展示では，以下に挙げる5つの技術により，会話における上記6W1Hのうちの5W（いつどこで誰が誰に何を話しているか？）を推定します．更にこれらをわかりやすく表示して会議収録データを活用する例を示します．

①リアルタイム&マルチモーダル対話シーン分析
②高速かつ頑健な顔方向追跡
③実用シーンにおける会話音声認識・検索技術
④聞きたい話者の声を選択的に分離抽出する技術
⑤音声の残響除去とそのソフトウェア

荒木　　大塚

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/b1/index.html

会話の流れが一目瞭然！ B-1-1

実時間会議モニタリング

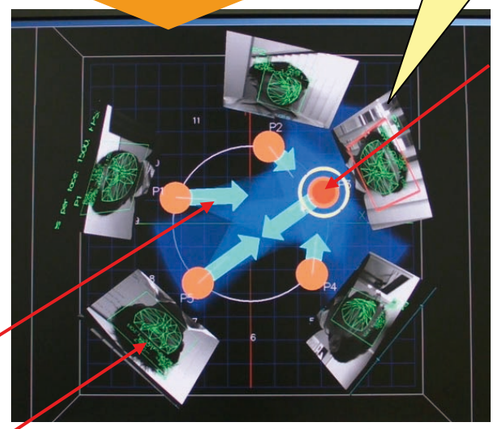
ーリアルタイム＆マルチモーダル対話シーン分析ー

どんな研究？：人間同士の自然なコミュニケーションを自動認識する研究です．会議において「いつ誰が誰に話しているか？」「誰が注目を集めているか？」などの場の状況を，画像と音声の情報から推定する技術を研究しています．

どこが凄い？： 高速・高精度の発話区間検出と複数人顔追跡の技術で，世界唯一のリアルタイム会議分析システムを実現しました．また会議分析結果の3次元表示や，注目したい参加者の選択視聴機能により，没入感の高い会議視聴が可能です．

もたらされる変革：会議の雰囲気や具体的なやりとりまでが分かるマルチメディア議事録の作成や，臨場感の高いＴＶ会議システムなどへの応用だけでなく，人と人とのコミュニケーションを分析する心理学・社会学などへの分野へも貢献します．

複数人物による会議･ミーティング場面



ノイズに頑健に各人の音声の区間検出と分離・強調が可能

急な動きにも頑健に複数人物の顔方向を追跡可能

この人物が注目されながら話していることが分かる

赤丸により発話者を示す

全方位カメラ・マイクシステム

矢印により「誰が誰に注目しているか？」（推定された視線方向）を表す

顔の位置と方向（追跡結果）を緑色のメッシュで示す

リアルタイムモニタ（会話場面の3次元可視化）

関連文献

大塚,荒木,石塚,藤本,大和:“多人数会話シーン分析に向けた実時間マルチモーダルシステムの構築”，信学技法MVE2008-68, pp. 55-62, 2008

K. Otsuka, et al., "A Realtime Multimodal System for Analyzing Group Meetings by Combining Face Pose Tracking and Speaker Diarization", Proc. ACM 10th Int. Conf. Multimodal Interfaces, pp. 257-264, 2008

連絡先: 大塚和弘 (Kazuhiro Otsuka)＆荒木章子(Shoko Araki)

メディア情報研究部 メディア認識研究グループ＆信号処理研究グループ

会話の流れが一目瞭然！ B-1-2

激しく動いても見失わない顔追跡

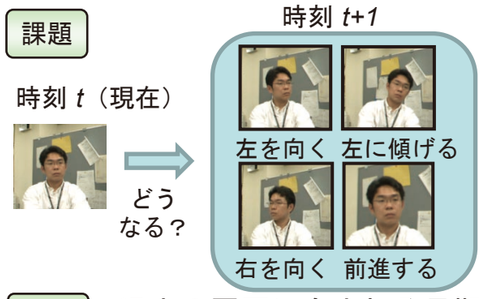
ー複雑な動きに対して頑健な顔姿勢追跡ー

どんな研究？：複数の人物がコミュニケーションするシーンで，画像処理技術を用いて，**「人物の顔の位置と向き（顔姿勢）」**を追跡します．これにより，**誰が誰を見ているか？誰が注目を集めているか？**という情報の推定に役立てます．

どこが凄い？： 従来の追跡法では動きが**複雑**な場合，すぐに追跡が失敗してしまいその後の**復帰は困難**でした．本手法では，対象がありそうな場所を効率的に探すことで，**頑健な追跡と失敗からの復帰**を実現します．

もたらされる変革：会話中の自然な顔姿勢を，**「高精度」**かつ**「人に負担をかけずに」**計測できます．顔の位置と向きが分かるだけでなく，**表情認識や視線推定のための基盤技術**として，コミュニケーションシーンのより深い理解にも役立ちます．

課題



顔の動き ⇒ 複雑で多様

従来の顔追跡
- 急激な動きですぐに顔を見失う
- 一度見失うと追跡の再開が困難

原因

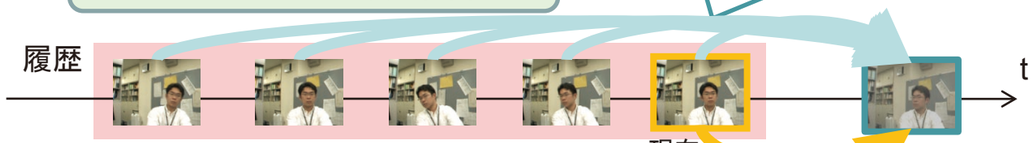
動きの予測精度が低い

提案 過去の履歴に含まれる長期的な動きの性質に基づいて，精度良く顔の動きを予測する顔追跡方法を提案．

履歴に含まれる長期的な動きの性質

- ●過去の動きと似た動きをする性質
- ●過去にいたところに戻る性質

提案手法：**長期的な過去の履歴の統合**による予測



従来手法：**現在の状態だけ**から予測

効果
- ●急激に動いても**過去の似た動き**を参照して，その後の動きを正確に予測します．そのため，顔を見失わず追跡ができます．
- ●追跡に失敗しても，**過去にいたところ**を効率良く探すことで見失った顔を再発見し，追跡を継続できます．

関連文献

D.Mikami, K.Otsuka, and J.Yamato, Memory-based Particle Filter for Face Pose Tracking Robust under Complex Dynamics, Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2009

連絡先: 三上　弾(Dan Mikami)

メディア情報研究部 メディア認識研究グループ

会話の流れが一目瞭然！ B-1-3

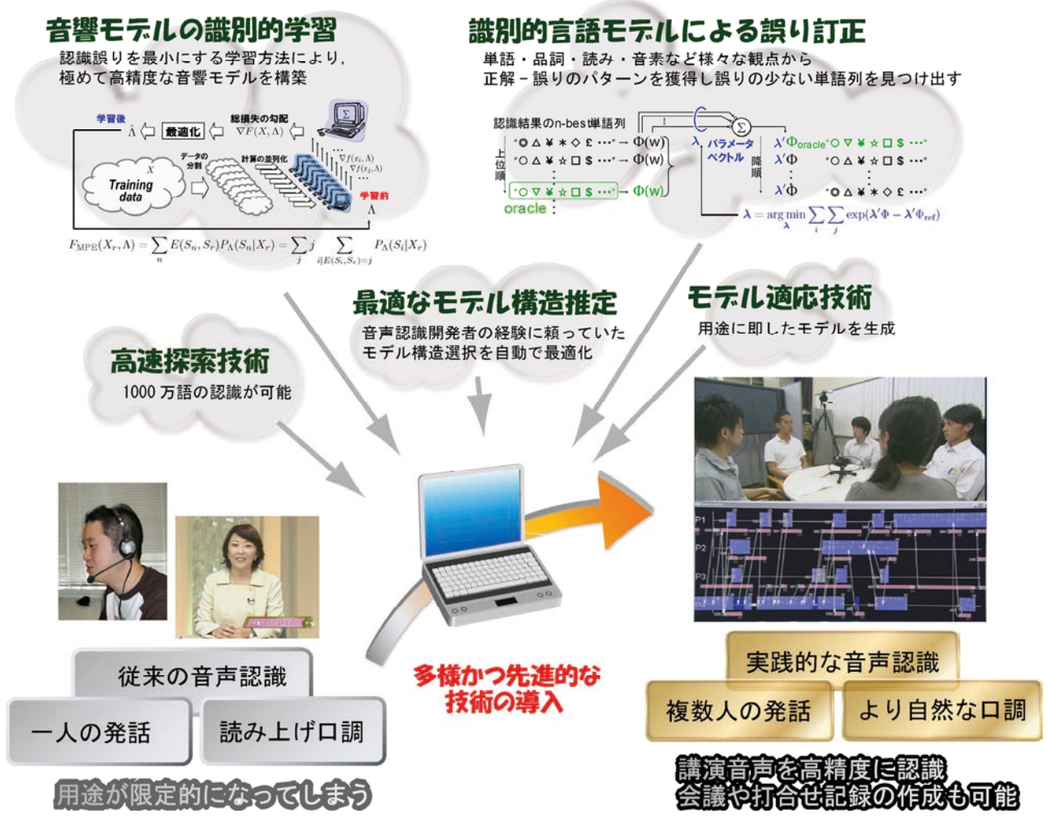
会議も！談話も！実シーンの会話の文書化

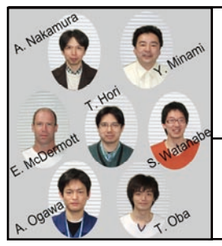
― 会話音声認識・検索技術 ―

どんな研究？： 会議や打合せの内容を効率的に把握できるようにするための研究です．音声認識技術により会話を文書化し，検索技術により特定の話題についての発言や特定の話者の発言を取り出して読むまたは聞くことができます．

どこが凄い？： 音声認識の誤りを最少にするモデルを獲得する識別的学習法や，重み付き有限トランスデューサに基づく高速探索法などを駆使し，従来認識が困難とされてきた実用的なシーンでの会話も高精度に文書化する世界最高水準の音声認識を実現しています．

もたらされる変革： この研究をさらに発展させることにより，言語の壁を越えて，ニュース・スポーツ中継・ドラマなど様々なメディアコンテンツにアクセスしたり，世界中の見たい・知りたいに応えることができます．





関連文献

E. McDermott, A. Nakamura, “Flexible Discriminative Training Based On Equal Error Group Scores Obtained From An Error-Indexed Forward-Backward Algorithm,” Interspeech’08, pp. 2398-2401, 2008.

大庭，堀，中村，“識別的誤り訂正学習における対立単語列と素性の選定，” 電子情報通信学会技報報告，2007-SLP-69, pp. 235-240, 2007.

連絡先: 小川厚徳 (Atsunori Ogawa)，大庭隆伸 (Takanobu Oba)

メディア情報研究部 信号処理研究グループ

会話の流れが一目瞭然！ B-1-4

会話の中から各話者の声を明瞭に聞き分けます

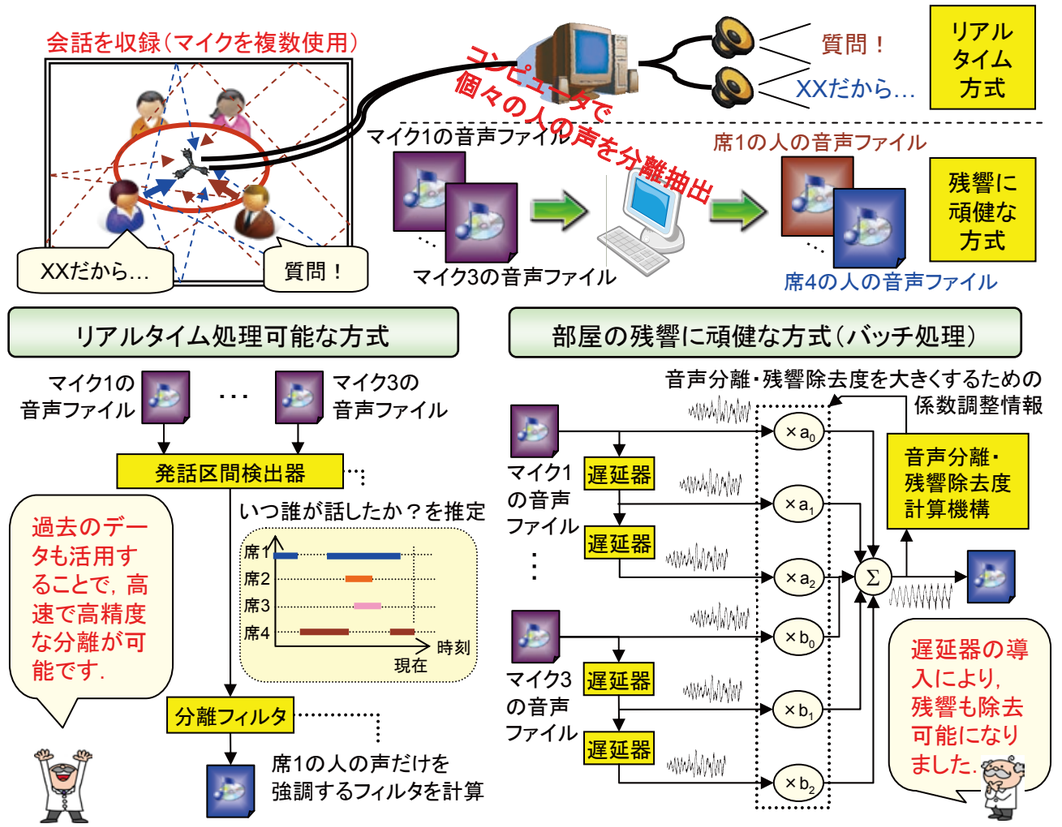
―残響に頑健な音声分離抽出技術 ―

どんな研究？： 複数人の声が混ざった音の中から，個々の人の声を分離抽出する技術です．2種類の音声分離抽出方式をご紹介します．

- ❍ 高速な方式⇨リアルタイム処理可能！
- ❍ 部屋の残響も除去する方式（バッチ処理）⇨残響に頑健！

どこが凄い？： 音声分離・残響除去を統合し，特別に音響設計されていない普通の部屋でも，各話者の声を分離抽出・残響除去できるようになりました．また，高速・高精度な発話区間検出技術を用いた，リアルタイム処理方式も実現しました．

もたらされる変革： この研究をさらに発展させることで，どんな部屋でも，小型の収音装置で，目的の話者の声を高品質に収録できるようになります．例えば，コンピュータの音声インタフェースや，どこでも手軽に使える高音声品質の遠隔会議システムに応用できます．



中谷　吉岡　荒木

関連文献

T. Yoshioka, T. Nakatani, M. Miyoshi, “An integrated method for blind separation and dereverberation of convolutive audio mixtures,” in CD-ROM Proc. 16th Eur. Sig. Process. Conf. (EUSIPCO2008), 2008.

S. Araki, M. Fujimoto, K. Ishizuka, H. Sawada, S. Makino, “A DOA based speaker diarization system for real meetings,” in Proc. Hands-free Speech Com. Mic. Arrays (HSCMA2008), pp. 29-32, 2008.

連絡先: 吉岡 拓也 (Takuya Yoshioka)

メディア情報研究部 信号処理研究グループ

会話の流れが一目瞭然！ B-1-5

響いた収録音声を，くっきりとした音声に！

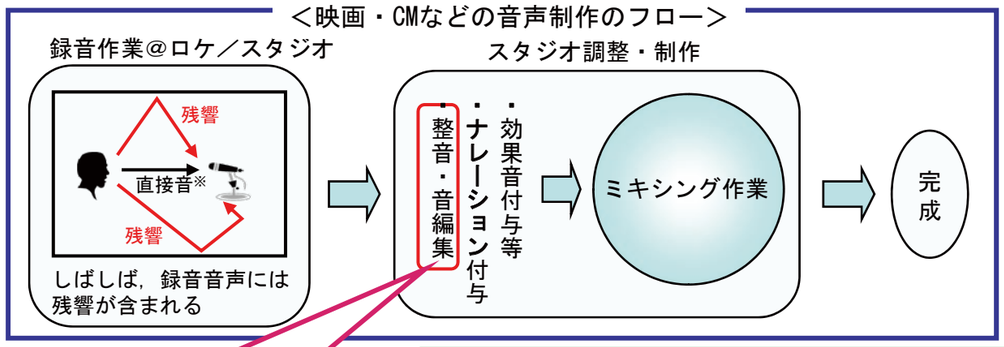
ー映画/テレビ/CMの音声編集・調整用 残響除去ソフトー

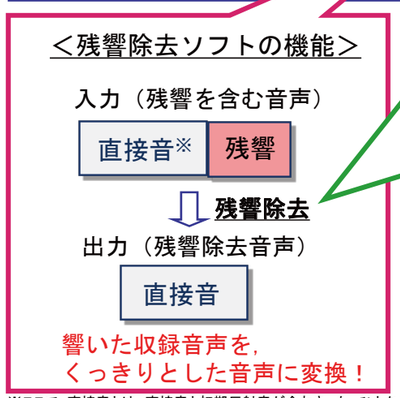
どんな研究？：ロケ現場などで，話者から離れたマイクで音声を収録すると，しばしば収録音声には残響が含まれるため，音声の明瞭性が損なわれてしまいます．収録音声から残響を低減し，明瞭にする技術を紹介します．

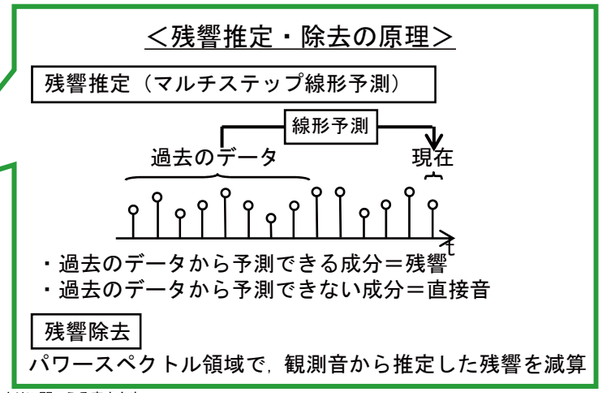
どこが凄い？：ＮＴＴが提案した高性能な残響除去方法をもとに，世界で初めて商用残響除去ソフトを開発しました．プロ音響技師にも高く評価され，映画やＣＭ制作現場でも使用されています．

もたらされる変革：映画やＣＭの音声制作の品質・効率の向上に加えて，将来，一般の人が日常生活の中で利用できる技術に発展させることで，高度な補聴システムや，人と機械の自然なコミュニケーションを支える技術を実現します．

残響除去ソフトは，「映画・CMなどの音声制作のフロー」中の「整音・音編集」作業時にプロ音響エンジニアが使用するＰＣソフトです．







※ここで，直接音とは，直接音と初期反射音が合わさった，ひとかたまりに聞こえる音をさす

関連文献

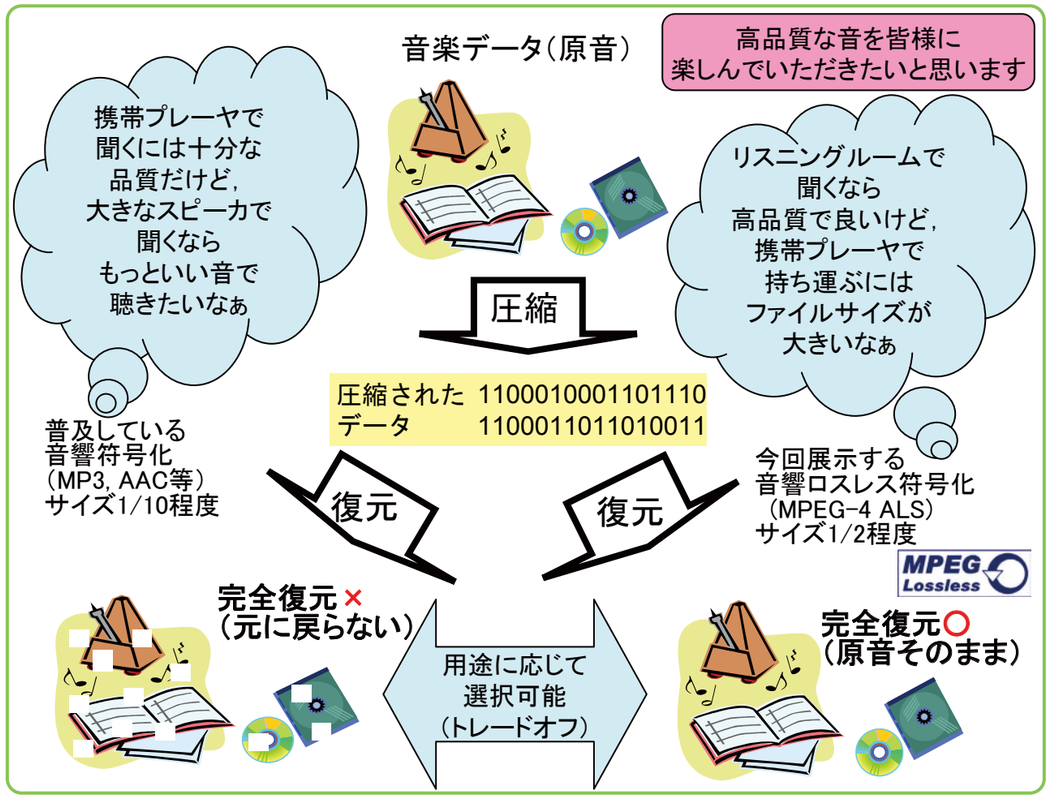
K. Kinoshita, T. Nakatani, M. Miyoshi and T. Kubota, “A new audio post-production tool for speech dereverberation,” Audio Engineering Society (AES) 125th Convention, San Francisco, 2008

連絡先: 木下慶介 (Keisuke Kinoshita)
メディア情報研究部 信号処理研究グループ

生きている音をそのまま伝えよう

ー MPEG-4 ALSによる音響信号のロスレス伝送 ー

オーガナイザ： 鎌本　優



概要： 私たちが取り組んできているMPEG-4 ALS（ISO/IECの国際標準技術）の使用例として，ライブハウスで行われている生演奏を別の会場のお客様にも生演奏に匹敵する素晴らしい臨場感で楽しんでいただくというケースと，ディジタル機器で再生するケースを紹介します．ALSなら音のデータを歪み無く圧縮・復元できるので，安心してデータを伝送・蓄積することができます．生きている音を聞いて，楽しんでください．

展示紹介：

・音響ロスレス符号化 (ALS) の使用例として下記の2点を紹介します．
　①ライブ演奏音響ロスレス配信実験
　②ALS準拠データのディジタル機器による再生

・音のデータを歪み無く劣化させずに圧縮できるので，
　高品質な音を楽しむことができます．皆様にも是非この技術を
　使っていただきたいと思います．いち早くALSを体験してみてください．

鎌本　優

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/b2/index.html

生きている音だからできること

ー ライブ演奏音響ロスレス配信実験 ー

どんな研究？： 音響ロスレス符号化の国際標準技術MPEG-4 ALSを用いて，ライブ演奏会場の音データを原音のまま中継会場にリアルタイムで伝送する実験を行いました．ネットワークを通して，音の品質を重視したコンテンツを伝送することが可能です．

どこが凄い？： 音響ロスレス符号化ALSは圧縮しても元通りの波形を復元できる方法です．高精細映像（ハイビジョン）の凄さにも負けないような，高品質な音を楽しむことができます．高サンプリングレート・高解像度・多チャンネルの音にも対応しています．

もたらされる変革： 生演奏会場の音データ16チャンネル分をそのまま中継会場に送れるので，中継会場の環境にあわせた音のミキシングを行うことが可能になりました．中継会場でも高い臨場感でコンテンツを楽しむことができるようになります．

関連文献
鎌本, 守谷, 原田, Csaba Kos, “ロスレス・オーディオ符号化MPEG-4 ALS の高性能化,” NTT 技術ジャーナル, Vol.20, No.2, pp.11–18, February 2008.
原田, 守谷, 鎌本, “MPEG-4 ALS の性能・応用と関連する標準化活動,” NTT技術ジャーナル, Vol.20, No.2, pp.19–25, February 2008.

連絡先: 鎌本優 (Yutaka Kamamoto)
守谷特別研究室

生きている音を聞いてみよう

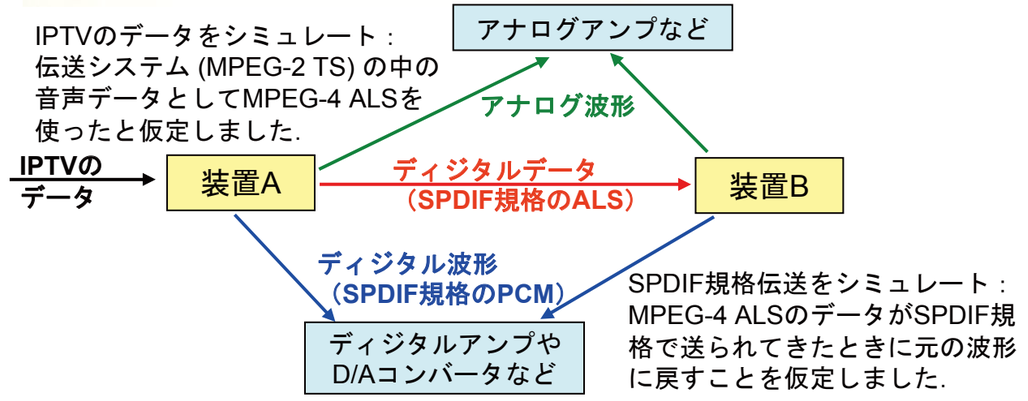
ー ALS準拠データのディジタル機器による再生 ー

どんな研究？： 国際標準技術の音響ロスレス符号化 (MPEG-4 ALS) に準拠したディジタルオーディオ機器の試作機を紹介します．
近い将来，皆様に使っていただけるように機器への実装を行っています．圧縮しても原音を復元できるので高品質の音を楽しめます．

どこが凄い？： 音響ロスレス符号化ALSは圧縮しても元通りの波形を復元できる方法です．今後IPTVやインターネットラジオなどで使われる可能性があります．皆様が意識せずに，この技術を使う日が来るかもしれません．

もたらされる変革： 圧縮しても劣化することが無いので，安心して音を伝えることができるようになります．また，そのままの音を未来へ伝えることができるようにもなります．携帯音楽プレーヤでも再生できるので，皆様に是非使っていただきたいです．

・ネットワークを通してテレビやラジオを楽しむ時代がやってきます．
そのときのために標準化を通して皆様に使っていただけるための準備をしています．



・IPTV：ひかりTVのようにネットワークを使ってテレビを視聴できるようにする技術
・IEC（国際電気標準会議）：電気・電子分野の国際規格を作成する機関
・SPDIF：光や同軸の端子で音響機器等を接続しディジタル信号を伝送するための規格
・PCM：CDなどで使われているアナログ信号をディジタル信号に変換する方式

関連文献
N. Harada, T. Moriya, Y. Kamamoto, “An Implementation of MPEG-4 ALS Standard CompliantDecoder on ARM Core CPUs,” AES 121st Convention (Paper #7625), San Francisco, USA, October, 2008
T. Liebchen, T. Moriya, N. Harada, Y. Kamamoto, Y.A. Reznik, “The MPEG-4 Audio Lossless Coding (ALS) Standard -Technology and Applications,” AES 119th Convention, New York, USA, October, 2005.

連絡先: 鎌本優 (Yutaka Kamamoto)
守谷特別研究室

音や映像から情報を引き出す

― 最先端のメディア情報抽出技術を体験 ―

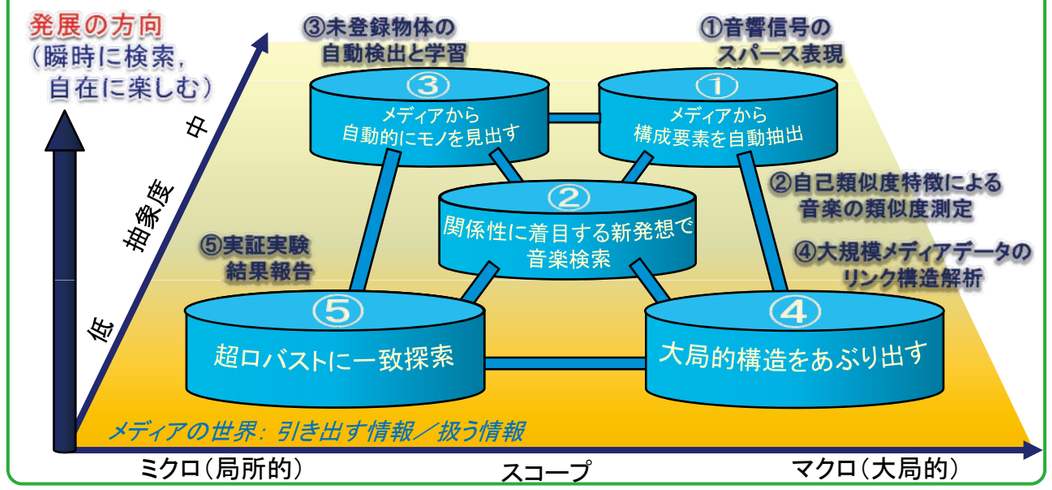
オーガナイザ： 柏野邦夫

検索などのためにメディア（音・映像）の信号から情報を引き出そうというとき，一体どんな情報を引き出したり扱ったりすればよいのでしょうか．

自動車，鈴木さん，などといった私たちが日常用いている物事や概念が取り出せれば便利ですが，このような情報を音や映像そのものから自動的に取り出すことは容易ではなく，その実現には着実なアプローチが必要です．

私たちは，メディアから引き出すべき情報について「抽象度」と「スコープ」の２つの観点でとらえ，特に低～中抽象度の情報に着目して研究を進めてきました．

今回の展示項目５件は，それぞれが各研究領域の柱をなすと期待される重要なテーマを扱っています．そしてこれらを骨組みとして発展させることで，将来，メディア情報をその内容に基づいて瞬時に検索して自在に楽しめる世界を実現するための扉が開かれると考えています．



概要： 膨大な音や映像のデータが身の回りにあふれています．これらのデータを自在に検索して活用するためには，付随するテキスト情報に頼るだけではなく，それぞれの音や映像の中身を表す情報を，音や映像自体から自動的に引き出す技術（メディア情報抽出技術）が必要不可欠です．私たちの研究チームではとっておきの新しいアイデアを元にこの難問に取り組んでいます．本展示では，その最先端の研究成果を体験して頂きます．

・展示紹介： 音や映像の信号から様々な情報を取り出す技術を紹介するとともに，メディア探索技術に関して昨年行った実証実験の結果も報告します．

①音響信号のスパース表現［亀岡ほか］
②自己類似度特徴による音楽の類似度測定［泉谷ほか］
③未登録物体の自動検出と学習 ［木村ほか］
④大規模メディアデータのリンク構造解析［黒住ほか］
⑤実証実験結果報告

柏野　邦夫

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/b3/index.html

音や映像から情報を引き出す　B-3-1

音響信号から音の“設計図”をひもとく

－複素NMFと複合自己回帰系による音響信号のスパース表現－

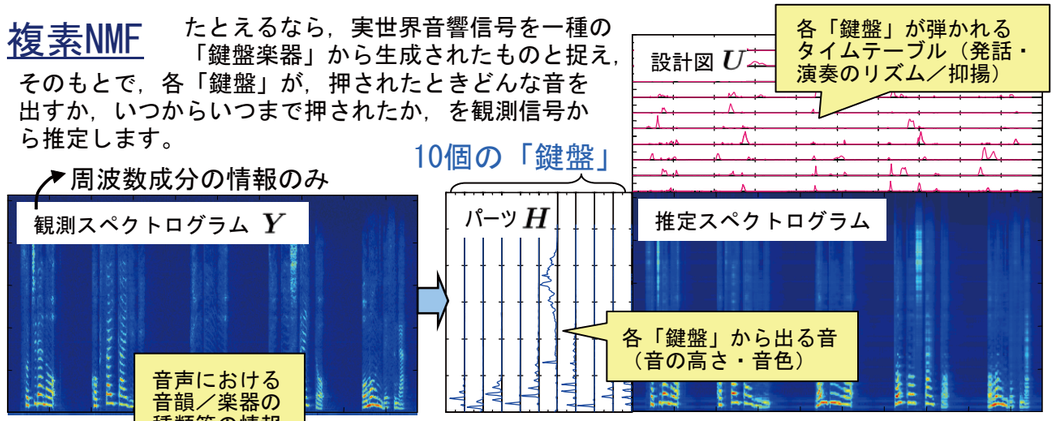
どんな研究？：音響信号がどのような音響的“パーツ”によってどのように構成されているか（“設計図”）を情報論的アプローチによって推定する計算理論を研究しています．今回はこれを実現する２つの手法（複素NMFと複合自己回帰系）を紹介します．

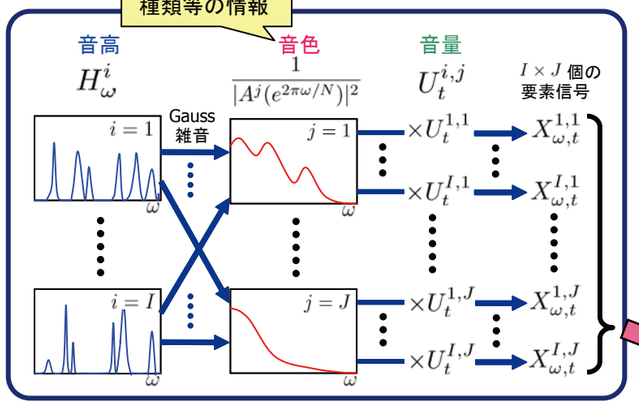
どこが凄い？：混合音の構成要素となっている音を推定・抽出する方法を考案しました．単純な周波数分析では様々な周波数成分が複雑に重畳するため個々の音の分離抽出は困難でしたが，提案法では繰り返し生起する音を重要な構成要素として学習するアイディアにより，これを可能にします．

もたらされる変革：将来，推定した“パーツ”を選択・置換したり“設計図”を書き換えて音を再構成することで，混合音から目的音を選択的に抽出したり，音の情報の一部，たとえばある音の音色だけを変えたりすることが可能になります．

複素NMF

たとえるなら，実世界音響信号を一種の「鍵盤楽器」から生成されたものと捉え，そのもとで，各「鍵盤」が，押されたときどんな音を出すか，いつからいつまで押されたか，を観測信号から推定します。





複合自己回帰系

概念的には，複素NMFで考えたモデルを高機能化したものです。たとえるなら，実世界音響信号を，複数台の「鍵盤楽器」の合奏から生成されたものと捉えます。重要なのは，各「鍵盤楽器」は一つの音色の音しか出せないという拘束があることです。例えば，音韻ごとの「鍵盤楽器」によるアンサンブルは音声に他なりません。

関連文献

H. Kameoka, N. Ono, K. Kashino, S. Sagayama, "Complex NMF: A New Sparse Representation for Acoustic Signals," In Proc. 2009 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP2009), Apr. 2009.

H. Kameoka, K. Kashino, "Composite Autoregressive System for Sparse Source-Filter Representation of Speech," In Proc. 2009 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2009), May 2009.

連絡先: 亀岡弘和 **(Hirokazu Kameoka)**

メディア情報研究部 メディア認識研究グループ

音や映像から情報を引き出す　B-3-2

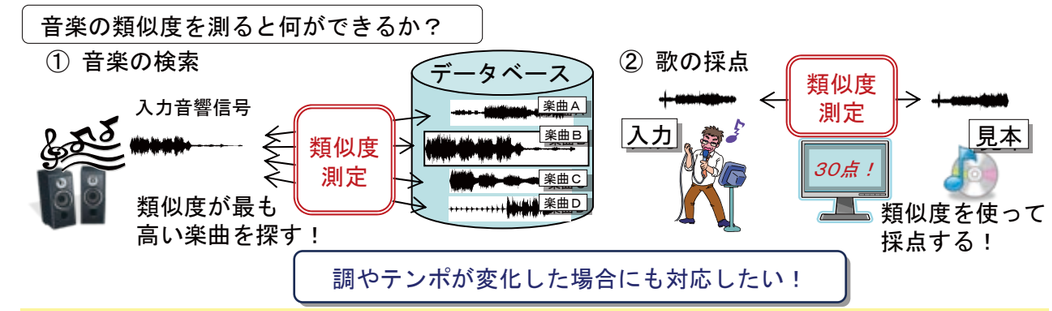
この歌何点？

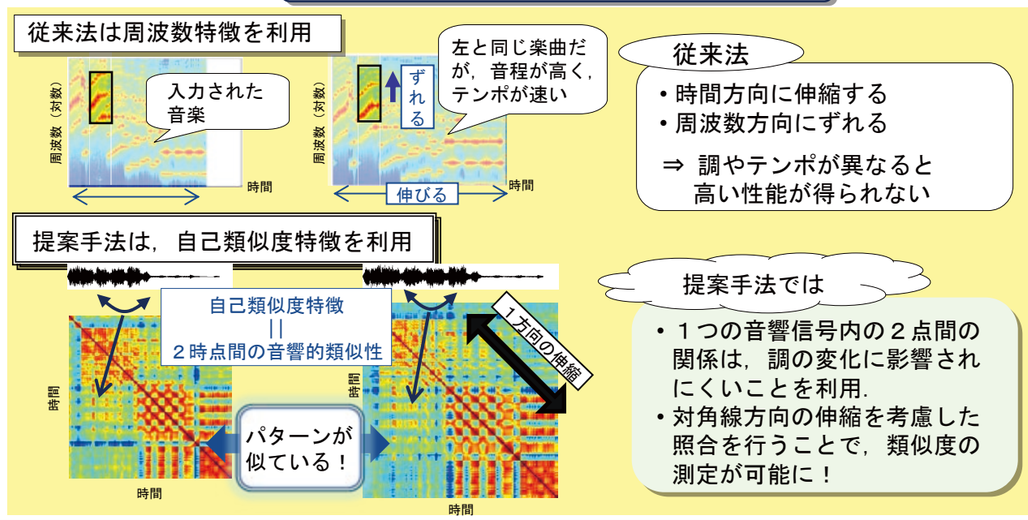
－自己類似度特徴による音楽の類似度測定－

どんな研究？：ＣＤの録音などの音響信号を用いて，音楽の類似度を測る方法の研究です．これは，音楽の検索には欠かせない技術です．従来技術では難しかった，調やテンポが異なる音楽についての的確な類似度測定が可能になりました．

どこが凄い？：音楽の特徴の表現において，ある音楽の異なる時点間での音響的類似性に着目して特徴をとらえるという新しいアイデアと，この特徴を時間方向の伸縮を考慮して効率的に計算する方法とを考案しました．

もたらされる変革：この研究をさらに進めると，楽器編成や編曲が異なる音楽に対しても，的確に音楽を検索でき，音楽検索や著作権管理などに革新をもたらすことが期待されます．





関連文献

T. Izumitani and K. Kashino, “A Robust Musical Audio Search Method Based on Diagonal Dynamic Programming Matching of Self-Similarity Matrices,” Ninth International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR2008), pp. 609-613, Sep. 2008.

連絡先: 泉谷知範 (Tomonori Izumitani)

メディア情報研究部 メディア認識研究グループ

音や映像から情報を引き出す　B-3-3

大事なものを見分け，学び，認識する

― 視覚の特性を反映した未登録物体の自動検出と学習 ―

どんな研究？：与えられた映像の中から，
1．重要と思われる「もの」を視覚の特性に基づく処理で自動的に抽出し，
2．その「もの」に関する情報を互いにやりとりしながら少しずつ成長する
映像認識探索システムを提案します．

どこが凄い？：
1．「もの」とは何か？　をあらかじめ知らなくても，「もの」と思われる映像中の領域を自動的に切り出します．
2．自ら集めた「もの」に関する知識を蓄積することで徐々に賢くなります．

もたらされる変革：
1．人間の知覚との親和性が高い的確な映像探索の実現につながります．
2．注目すべき「もの」を自動抽出する機能は，ロボットの視覚機能の高度化につながります．

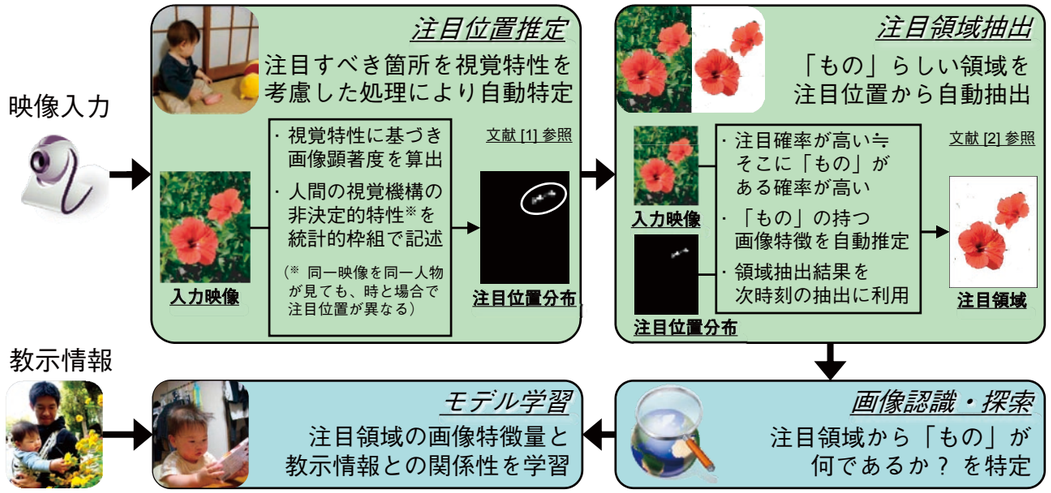
ヒトはどのようにして「もの」を認識する能力を獲得するか？
・成長の過程で自然にその能力を身に付ける．　→　乳幼児は何をしているのか？

目立つ「もの」に目を向ける↓

←外観から「もの」を学習する

「もの」の名前を聞いて覚える→

これらの過程が，機械が自律的に映像を認識理解するヒント？
ポイント
・目立つかどうか＝顕著性　を手がかりに「もの」の箇所を特定
・「もの」と思われる領域に関する情報を双方向でやり取りして成長



関連文献
[1] Kimura, Pang, Takeuchi, Miyazato, Yamato, Kashino ”A stochastic model of human visual attention with a dynamic Bayesian network,” submitted to IEEE Trans PAMI, available at http://arxiv.org
[2] 福地，宮里，木村，高木，大和 “グラフコストの逐次更新を用いた映像顕著領域の自動抽出”，電子情報通信学会技術報告（パターン認識・メディア理解）, May 2009.

連絡先: 木村昭悟 (Akisato Kimura)
メディア情報研究部 メディア認識研究グループ
：

音や映像から情報を引き出す　B-3-4

たくさん利用されている人気動画をさがそう

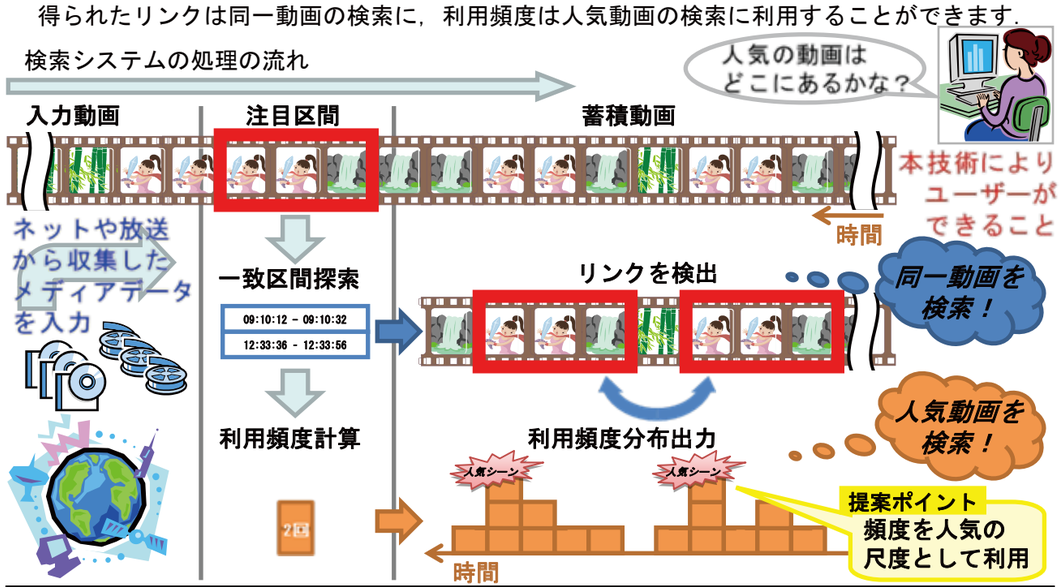
― 大規模メディアデータのリンク構造解析 ―

どんな研究？： ネット上の動画ファイルや放送のストリームデータから収集した膨大なメディアデータの中から，利用頻度の高い人気のコンテンツを見つけるための検索技術です．音や映像の探索に基づいて，同一信号の利用頻度を計算します．

どこが凄い？： テキストによるメタデータを事前に用意する必要がないため，メディアデータの利用頻度をリアルタイムに計算することができます．また，利用頻度の高い人気のシーンを含むコンテンツをリストアップすることもできます．

もたらされる変革： 利用頻度の高いコンテンツは，注目度が高く興味をひくものであると考えられます．これを提示したりナビゲーションに利用したりすることで，ネット上のメディアコンテンツの楽しみ方が進化すると考えられます．

コンテンツの任意の時間区間の利用頻度を計算し，たくさんのコンテンツで利用されている人気のあるシーンを見つけだすことができます．コンテンツの利用頻度は，次の処理により計算することができます．
①ネット上の動画ファイルや放送のストリームデータなどをシステムに入力します．
②入力動画に注目区間を設定し，既に入力された蓄積動画の中から同一内容の区間を探索し，検出されれば，注目区間と同一内容の区間の対をリンクとして保存します．
③検出したリンク数を投票しヒストグラムとして利用頻度分布を計算します．
得られたリンクは同一動画の検索に，利用頻度は人気動画の検索に利用することができます．



関連文献
黒住 隆行，永野 秀尚，柏野 邦夫，“実環境で収録された映像断片をキーとする一致映像探索”，電子情報通信学会 論文誌 D-II, VOL.J90-D, No.8, pp.2223-2231, Aug. 2007.

連絡先: 黒住隆行 (Takayuki Kurozumi)
メディア情報研究部 メディア認識研究グループ

音や映像から情報を引き出す　B-3-5

実証実験結果報告

ーインターネット上での音楽・映像コンテンツの使用を特定ー

どんな研究？：別の音やテロップが重なっても元の音楽・映像を特定するロバストメディア探索技術を開発しました．この技術を用い，2008年4月から約半年間，動画投稿サイトなどのネット上のメディアファイルを対象に，元の音楽・映像を特定する実験を行いました．

どこが凄い？：実際に主要投稿サイトなどから全新規投稿に匹敵する量のメディアファイルを常時収集し（米国 BayTSP社と共同），登録した既知コンテンツの全数全区間との照合を行うことで，既知コンテンツの発見・特定を行いました．

もたらされる変革：メディア探索技術を用いたコンテンツ使用特定の有効性が確認されました．2008年12月から NTTデータがネット上コンテンツモニタリングの商用サービスを開始しました．ネット上でのメディアコンテンツ視聴の円滑化に寄与すると期待されます．

1. 実証実験の意義

ネット上のメディアコンテンツを特定 → 適正な利用を促進

NTT
◎別の音の重なりやテロップなどが重なっても精度良く元のコンテンツを特定するロバストメディア探索を開発
→　現実のフィールドに技術を活かしたい

BayTSP
◎投稿サイトやP2Pサイトから自動収集する技術を開発
◎ハリウッドスタジオなどにモニタリングサービスを展開
→　キーワードと目視による調査の限界を打破したい

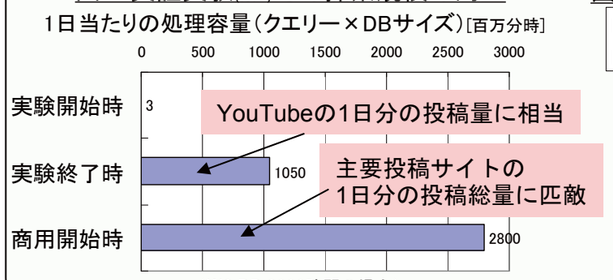
NTT・BayTSPの共同実証実験で主要投稿サイトの新規投稿の自動全数チェックが可能に！

2. 実証実験における成果

（※1 検出率＝検出すべきもののうち正しく検出した割合）

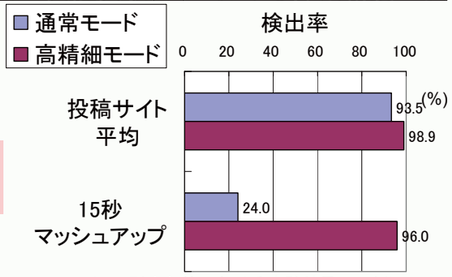
探索規模に関して：実験開始時に比べ1CPUあたり約40倍の高速化を達成（→図1）
探索精度に関して：「高精細モード」によりスポーツのダイジェストなど短いコンテンツの組合せに対する検出率※1を向上（通常モード:24%に対し高精細モード:96%，→図2）
事業導入に関して：NTTデータによる RMS 技術を使った商用サービスが開始（2008/12）

図1. 実証実験(※2)での探索規模の向上



（※2 DB 2000時間の場合）

図2. 実証実験(※3)における探索精度の例



（※3 所定条件における実験結果の一例）

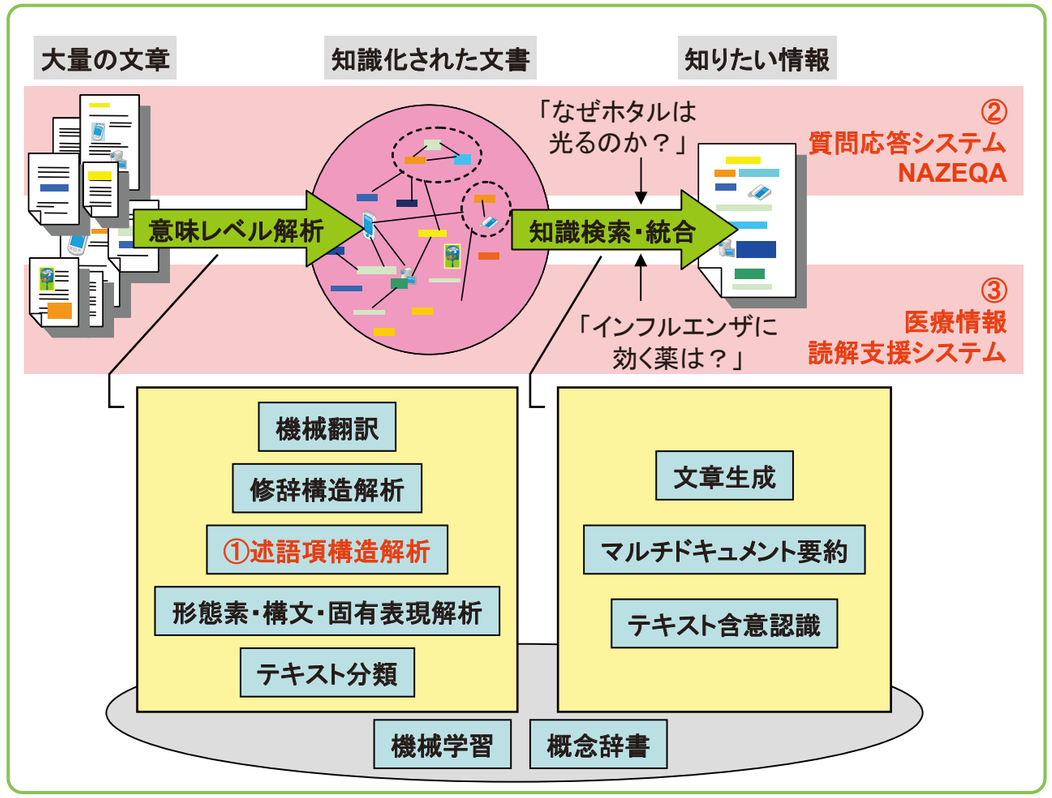
関連文献
黒住 隆行，永野 秀尚，柏野 邦夫，“実環境で収録された映像断片をキーとする一致映像探索”，電子情報通信学会 論文誌 D-II, VOL.J90-D, No.8, pp.2223--2231, Aug. 2007.
プレスリリース（サービスの提供を開始）：http://www.nttdata.co.jp/release/2008/120100.html
プレスリリース（実証実験を開始）：http://www.ntt.co.jp/news/news08/0804/080422a.html

連絡先:川西隆仁(Takahito Kawanishi)
メディア情報研究部 メディア認識研究グループ

あなたの「知りたい！」を助けます

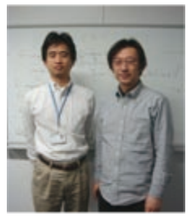
ー言語処理技術：新しい意味解析の時代を拓くー

オーガナイザ：吉田仙，塚田元



概要：現在の自然言語処理は，膨大なデータから瞬時に検索が行えるまでに発達しています．しかし，そこでの処理は表面的な情報しか扱っておらず，文章の意味のレベルまで処理できているとは言えません．大量の文章を意味レベルで解析できる「ちゃんと読解できるコンピュータ」を実現することで，本当に知りたい情報を提供できるサービスが生まれます．

展示紹介：本テーマ展示では，統計的アプローチなどを武器にした「ちゃんと読解できるコンピュータ」の要素となる研究内容を展示いたします．
①言葉の意味を読み取る　— 述語項構造解析技術 —
②「なぜ」に答える質問応答システム NAZEQA
③統計的自然言語処理に基づく医療情報読解支援システム



吉田　塚田

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/b4/index.html

あなたの「知りたい！」を助けます　B-4-1

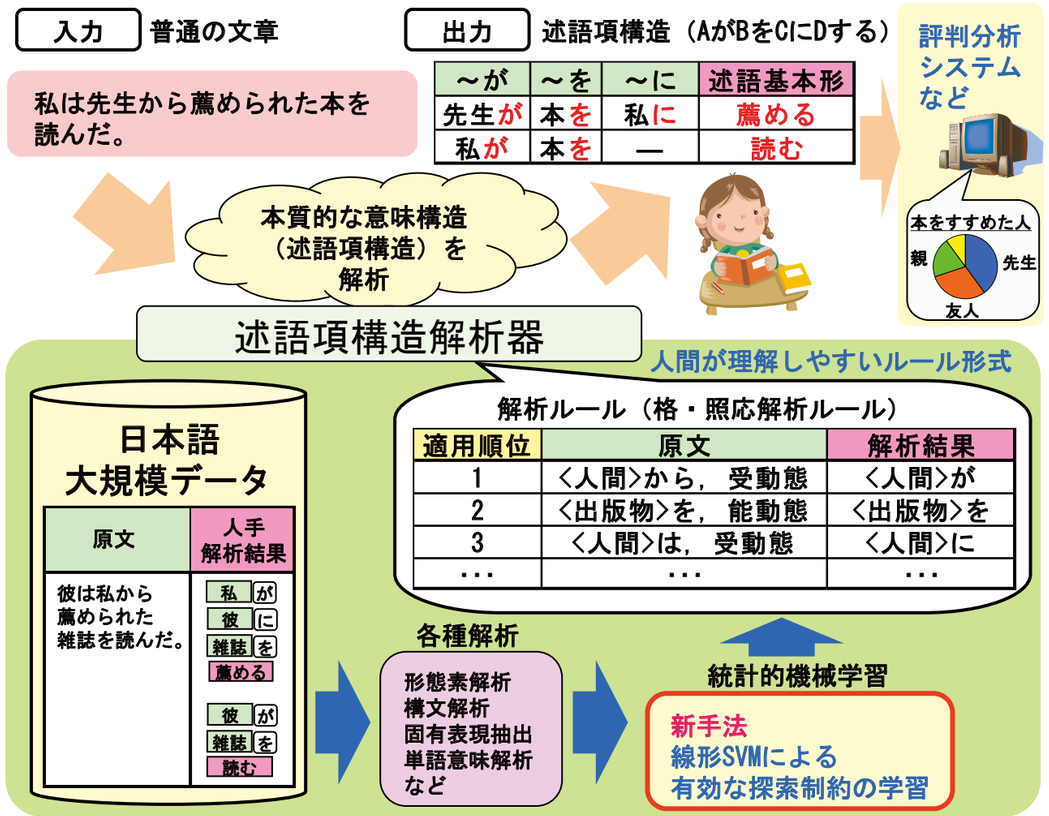
言葉の意味を読み取る

ー述語項構造解析ー

どんな研究？：現在のコンピュータシステムでは，人が書いた普通の文章から，文全体としての意味を読み取ることが苦手です．このような文章から，本質的に「何がどうした」のかを読み取れるように文章全体を意味レベルで解析します．

どこが凄い？：統計的手法を用いて，日本語大規模データから解析ルールを取り出すことに成功しました．解析ルールに人間が理解しやすい形式を用いることにより，解析精度を保ちつつ，人手によるメンテナンスが容易になった世界で初めての方法です．

もたらされる変革：大量のテキスト情報から意味的に同じ文章を簡単に集約できるようになります．その結果，特定の商品やサービスについて，ネット上に書かれた文章や自由記述のアンケートから，正確に評判を分析するといったシステムの構築が可能になります．



藤田　永田　鈴木敏

平　吉田

関連文献

H. Taira, S. Fujita, M. Nagata, “A Japanese Predicate Argument Structure Analysis using Decision Lists,” Proc. of EMNLP-08, pp. 522-531, 2008.

平，藤田，永田，“決定リストを用いた述語項構造解析,”言語処理学会第15回年次大会予稿集，pp. 368-371, 2009.

連絡先: 平博順 (Taira, Hirotoshi)

協創情報研究部 言語知能研究グループ

あなたの「知りたい！」を助けます　B-4-2

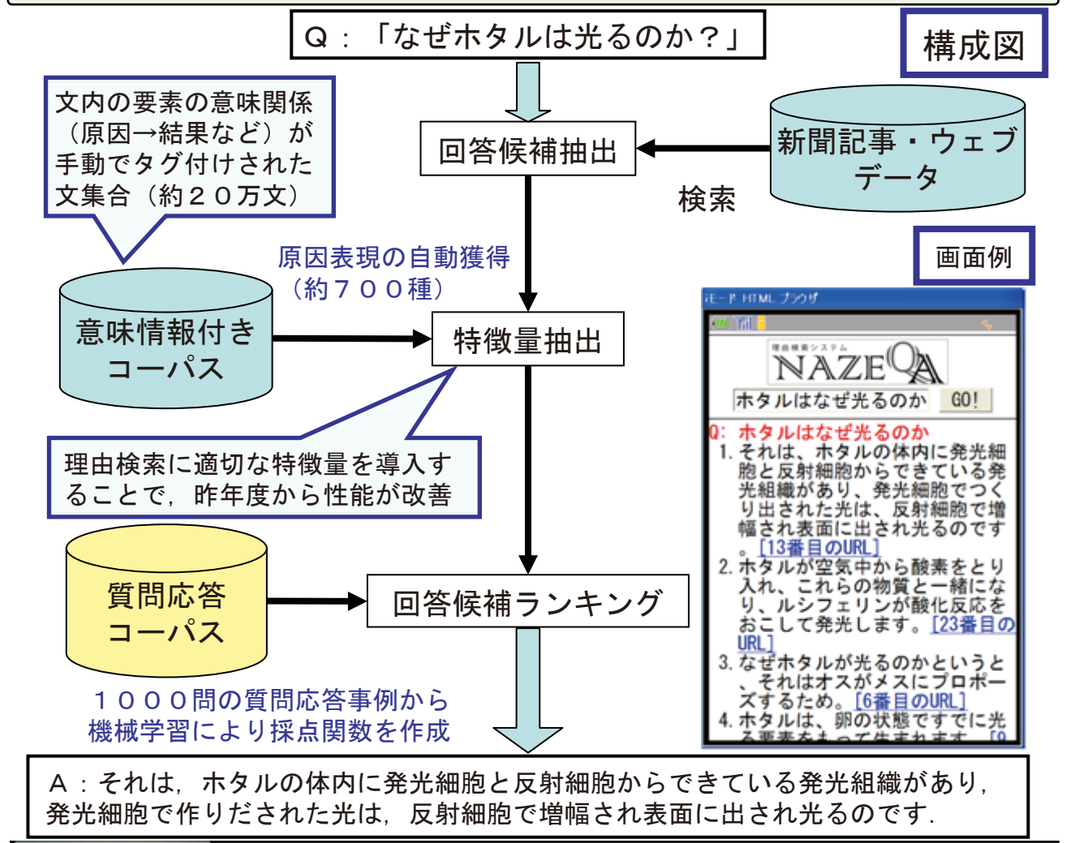
「なぜ」に答える質問応答システム NAZEQA

ー原因表現の自動獲得と機械学習に基づく理由検索ー

どんな研究？：ユーザの「なぜ？」という理由を尋ねる質問に対してずばり回答を出すシステムの研究です．昨年のシステムから大幅に精度を改善し，新聞記事からだけではなく，ウェブ上の文書からも検索できるようにしました．

どこが凄い？：自動獲得された多様な原因表現と機械学習の手法を組み合わせることで，「ため」「ので」などの理由や原因を表す表現を含まない文からでも，高精度に適切な理由を探しだすことができます．

もたらされる変革：答えをずばり検索できるため，欲しい情報をすぐに届けるようなサービスの実現につながります．また，検索ポータル，社内のトラブルシューティング，ロボットの知識源の自動獲得などに応用できます．



Ａ：それは，ホタルの体内に発光細胞と反射細胞からできている発光組織があり，発光細胞で作りだされた光は，反射細胞で増幅され表面に出され光るのです．

関連文献

R. Higashinaka, H. Isozaki, “Automatically Acquiring Causal Expression Patterns from Relation-annotated Corpora to Improve Question Answering for why-Questions”, ACM Trans. on Asian Language Information Processing, Special Issue on NTCIR-6, Volume 7, Issue 2, Article 6 (29 pages), 2008.

連絡先:東中竜一郎(Ryuichiro Higashinaka)

協創情報研究部 言語知能研究グループ

あなたの「知りたい！」を助けます　B-4-3

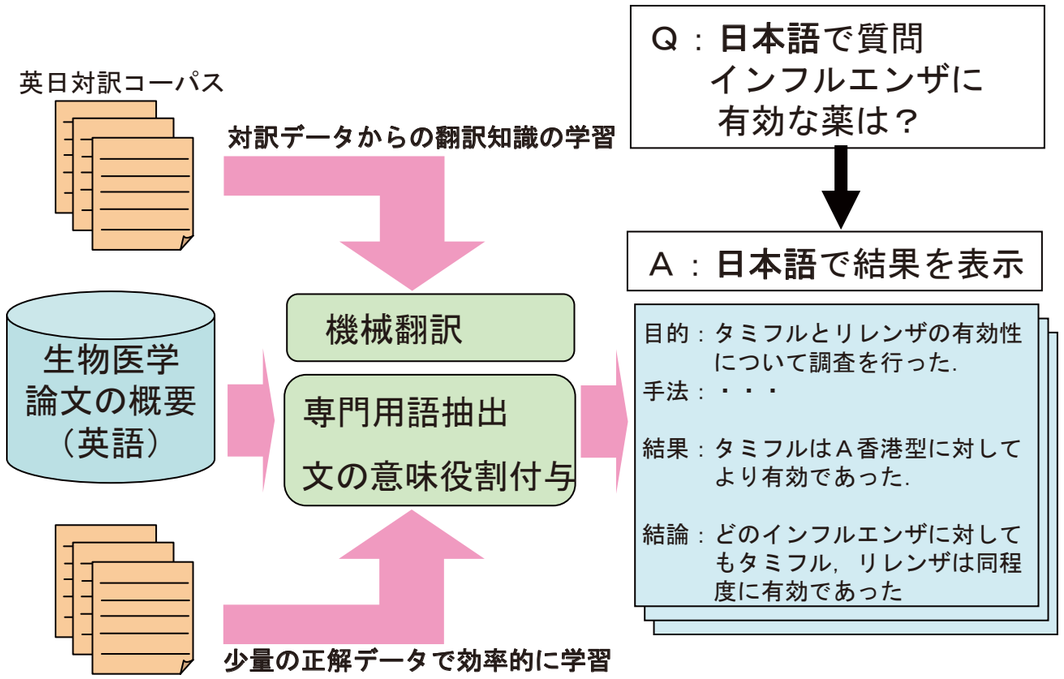
最新の医療を知る手助けをします

ー統計的自然言語処理に基づく医療情報読解支援システムー

どんな研究？：生物医学分野の論文抄録のように有益な英語の情報がインターネット上に溢れています．しかし，一般的の人がそれを理解することは困難です．そこで，母国語で理解できるように，読者を支援するシステムを最新の統計的言語処理技術で実現します．

どこが凄い？：英語文書の翻訳，文の意味役割付与，用語抽出を行うシステムを少数の正解事例から自動的に実現できます．正解が判らない文書であっても大量に学習に用いることで，それらの文書に適したシステムを構築できます．

もたらされる変革：将来，専門家でない一般の人でも最新の医療情報にアクセスできるようになります．その結果，新たな治療法，新薬の情報など，人々の健康に関わる重要な情報を知ることが可能になります．



正解タグ付コーパス
- 専門用語
- 文の意味役割
  - 論文の目的，実験手法，実験結果，結論

- 米国の国立医学図書館(NLM)が提供するPubMedのデータを利用しています．
- 京都大学 金子周司氏らが開発したライフサイエンス辞書を利用しています．

関連文献

J. Suzuki, H. Isozaki: Semi-Supervised Sequential Labeling and Segmentation using Giga-word Scale Unlabeled Data. Proc. ACL-08:HLT, 2008

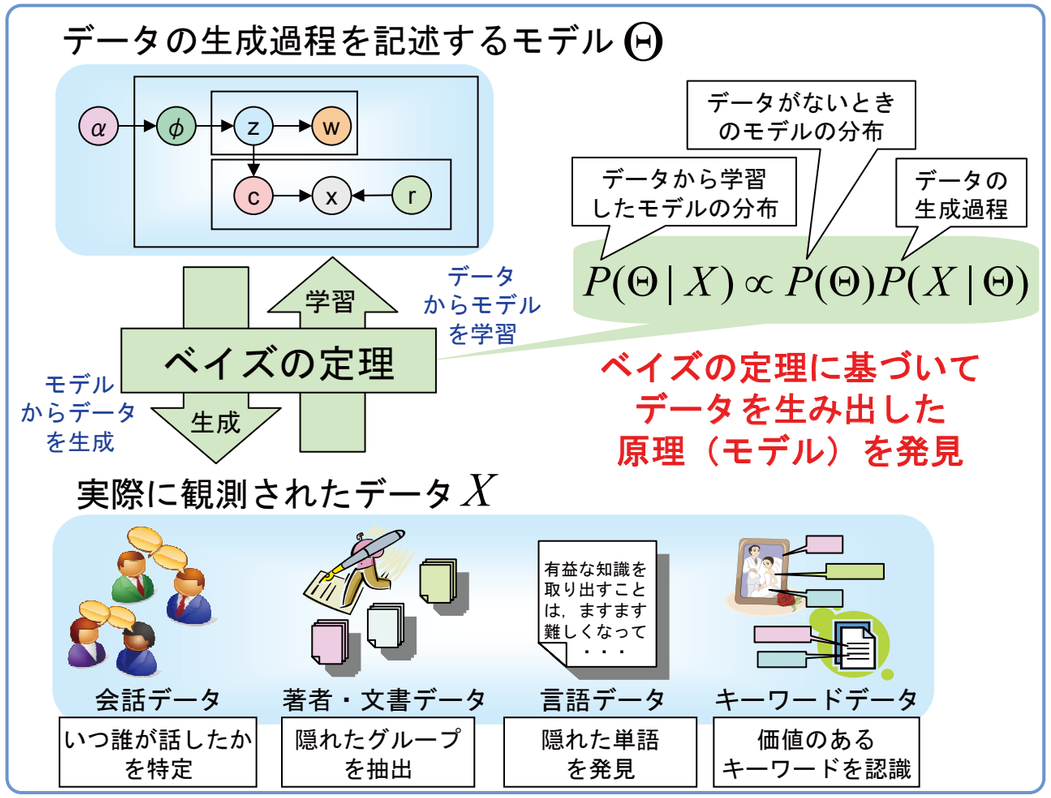
塚田　元，渡辺　太郎，鈴木　潤，永田　昌明，磯崎　秀樹: 統計的機械翻訳, NTT技術ジャーナル, 2007

連絡先:平尾努(Tsutomu Hirao)
協創情報研究部 言語知能研究グループ

データを生み出す隠れた原理を発見する

ーベイズ機械学習による情報生成過程のモデル化ー

オーガナイザ：岩田具治



概要：インターネットをはじめとして，私たちのまわりには膨大な情報があふれており，その中から不要な情報を捨て，有益な知識を取り出すことは，ますます難しくなってきています．そこで我々は，ベイズ機械学習技術に基づき，多様な情報がどのような仕組みで生成されたかをモデル化し，隠れた構造を自動的に学習することにより，膨大な情報から重要で特徴的な性質を発見し理解することを可能にする技術の開発に取り組んでいます．

展示紹介：今回の展示では，「会話」「文書」「文」「キーワード」が生成される過程をモデル化し，与えられたデータに隠された重要で特徴的な性質を抽出する，以下の4つの技術を紹介いたします．

①話題の時間変化を追跡する
②誰が私と似てる？どの文書がこれに似てる？
③隠れた単語を発見する：源氏物語からblogまで
④多様なキーワードから価値あるものを抽出する

岩田　具治

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/c1/index.html

データを生み出す隠れた原理を発見する　C-1-1

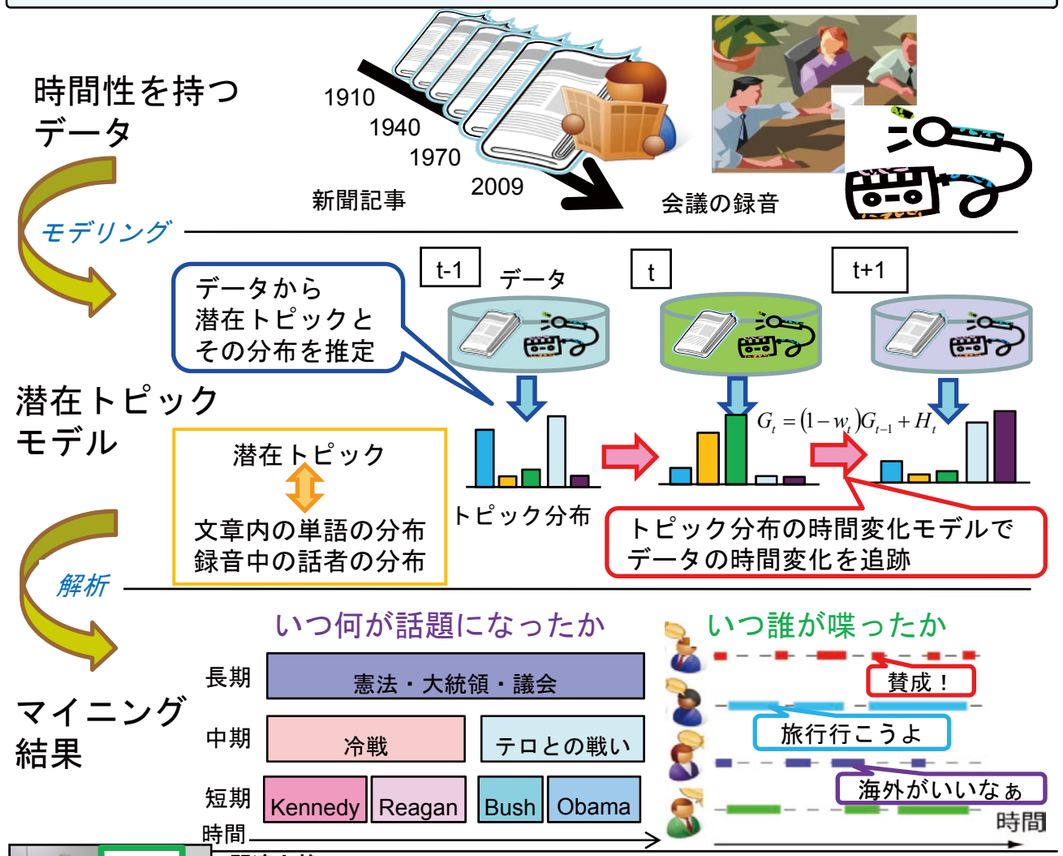
話題の時間変化を追跡する

ー生成モデルに基づく時系列解析技術 ー

どんな研究？：大量のデータを少数の本質的な要素「トピック」で表現する技術の研究です．この技術はニュース・ブログ・音声など様々な時系列データに対して高度な統計的マイニングを可能にします．

どこが凄い？： 我々はデータに隠されたトピックの時間変化を追跡する技術を開発しました．この技術を利用すると，日・週・月単位のニュースの話題の変化を解析したり，会議中に「誰がいつ発言したか」を解析することもできます．

もたらされる変革： この技術は時系列データを扱う新しいマイニング技術です．これまで発見できなかった新たな価値・情報をマイニングするための第一歩になります．



関連文献

石黒,山田,荒木,中谷, “ノンパラメトリックベイズを用いた会議音声話者識別のための話者クラスタリング法”, 日本音響学会2009年春季研究発表会, 3-5-5, pp. 107 – 110, 2009.

連絡先: 石黒勝彦(Katsuhiko Ishiguro)， 岩田具治 (Tomoharu Iwata)
協創情報研究部 創発環境研究グループ

データを生み出す隠れた原理を発見する　C-1-2

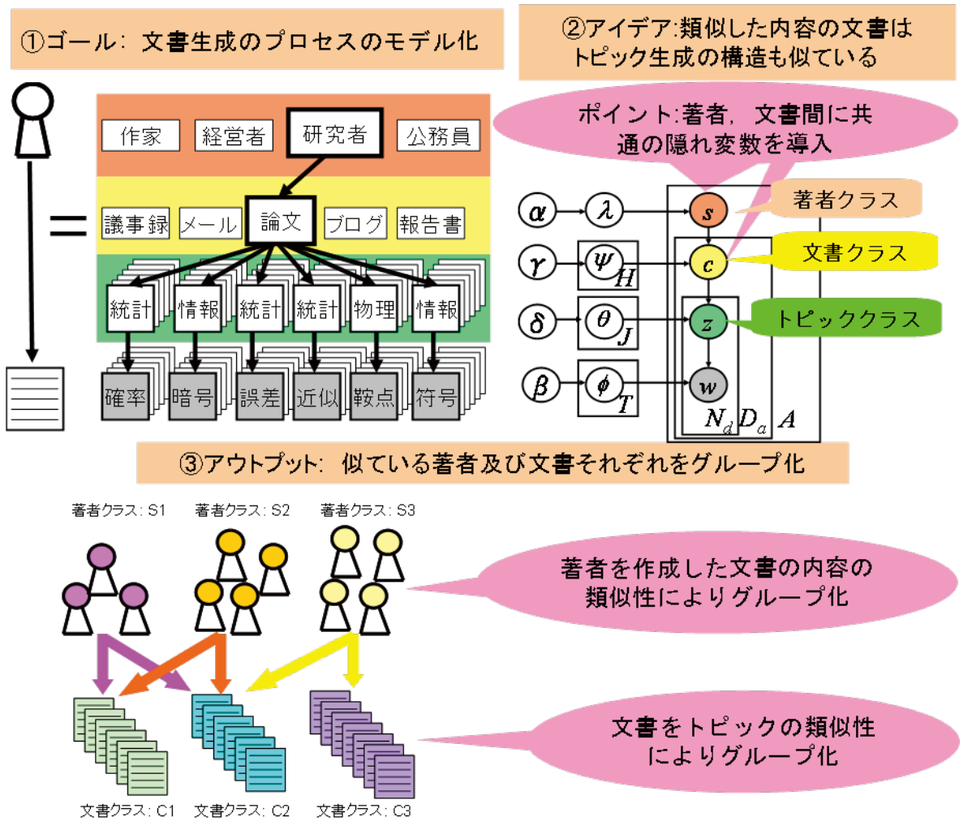
誰が私と似てる？どの文書がこれに似てる？

ー 著者の興味と文書内容の関係に着目した潜在変数モデル ー

どんな研究？： 文書とその著者という関係データから，著者の興味と文書の内容の確率的な依存関係の抽出するためのモデル，及びそれに基づいた文書生成のプロセスについての研究です．

どこが凄い？： 文書生成のプロセスを，著者の興味と文書の内容という異なる潜在変数を用い確率的にモデル化できるため，文書間及び著者間それぞれの類似性を同時に評価できるだけでなく，データに含まれていない文書と著者の関係を確率的に評価できます．

もたらされる変革： 世界中から自分と興味の似た人を見つけたり，今まで知らなかった，興味に合ったWebページを見つけたりすることができるようになります．



関連文献

川前徳章 山田武士: 著者の興味と文書の内容の関係に着目した潜在変数モデル，電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会（AI），2009

連絡先: 川前徳章 (Noriaki Kawamae)
協創情報研究部 知能創発環境研究グループ

データを生み出す隠れた原理を発見する　C-1-3

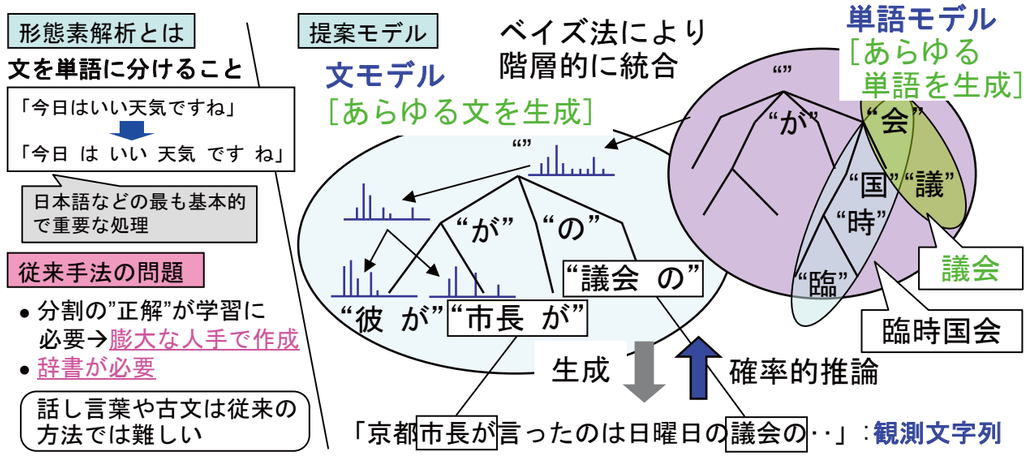
隠れた単語を発見する：源氏物語からblogまで

－無限マルコフモデルによる教師なし形態素解析－

どんな研究？：前もって辞書を準備しなくても，あらゆる言語の文字列から自動的に「単語」を発見し，単語への分割を行うことのできる研究です．従来単語分割が難しかった口語体や話し言葉を含む，あらゆる言語を完全に自動的に解析します。

どこが凄い？：従来は膨大な人手を用いて，学習のための単語分割の正解を準備しておく必要がありました．この研究ではベイズ統計モデルを用いてこれを不要にし，辞書も使わず、完全に未知の言語についてすらも「単語」を自動的に認識することができます。

もたらされる変革：常に新しい言葉や表現が生まれる問題に悩まされていた，従来の言葉の処理を一新する技術です．ブログや会話文，古文だけでなく，DNAや音楽の解析などにも応用することができます．



源氏物語の教師なし形態素解析

しばしは夢かとのみたどられしを、やうやう思ひしづまるにしも、さむべき方なくたへがたきは、いかにすべきわざにかとも、問ひあはすべき人だになきを、忍びては参りたまひなんや。若宮の、いとおぼつかなく、露けき中に過ぐしたまふも、‥‥

しばし|は|夢|か|と|のみ|たど|られ|し|を|、|やうやう|思ひ|しづま|る|に|しも|、|さむ|べき|方|な|く|たへ|がた|き|は|、|いかに|す|べき|わざ|に|か|と|も|、|問ひ|あは|す|べき|人|だに|な|き|を|、|忍びて|は|参り|たまひ|な|ん|や|。|若|宮|の|、|いと|おぼつかな|く|、|露け|き|中に|過ぐし|たまふ|も|‥‥

話し言葉の教師なし形態素解析

うんうん感じのまバレエと言うかそれそれを自分で作ってみんなで作ってそうですね振り付けてってとこから踊るっていうような感じでそれは楽しそうですねうーんそうですねじゃバレエもやってらっしゃったんですかあーやっぱりそのモダンダンスをする時はバレエが基本に …

うん | うん | 感じ | の | ま | バレエ | と | 言うか | それ | それ | を | 自分 | で | 作 | って | みんな | で | 作 | って | そう | ですね | 振り | 付け | てってとこから | 踊る | ってい う | ような | 感じ | で | それ | は | 楽しそう | です | ね | うーん | そう | ですね | じゃ | バレエ | も | や | ってらっしゃ | った | んですか | あ | ー | やっぱり | その | …

関連文献

持橋大地，山田武士，上田修功．“ベイズ階層言語モデルによる教師なし形態素解析”．情報処理学会 自然言語処理研究会NL-190, March 2009.

Daichi Mochihashi, Takeshi Yamada, and Naonori Ueda. “Bayesian Unsupervised Word Segmentation with Nested Pitman-Yor Language Modeling”, ACL-IJCNLP 2009, to appear.

連絡先: 持橋大地 (Daichi Mochihashi)
協創情報研究部 知能創発環境研究グループ

データを生み出す隠れた原理を発見する　C-1-4

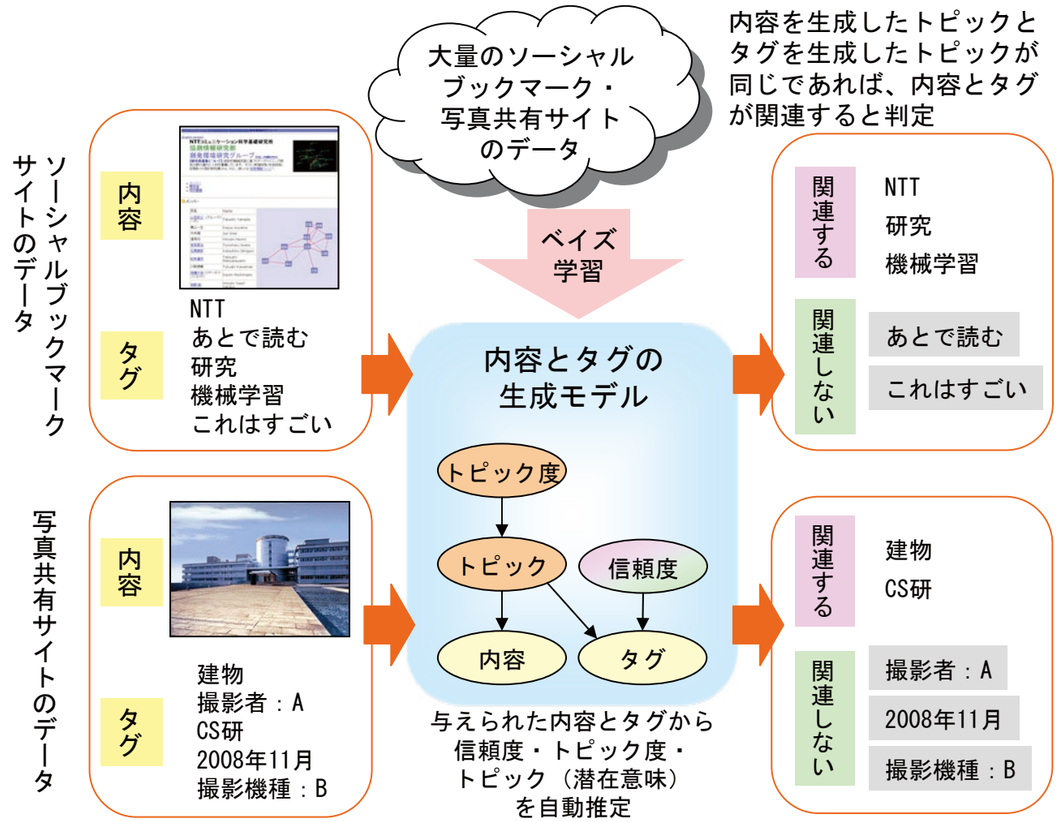
多様なキーワードから価値あるものを抽出する

－内容に関連するタグを抽出するためのトピックモデル－

どんな研究？：ブログやソーシャルブックマークでは，ユーザが自由にタグ（キーワード）を付けることができるため，内容と関連しないタグなど信頼性の低い情報が含まれます．タグの信頼度を測り，タグが内容と関連しているか自動的に判定します．

どこが凄い？：内容とタグの生成過程をモデル化し，ベイズ機械学習技術を用いることにより，データから自動的にタグの信頼度を測ることを可能にしました．この技術により，Webに溢れているノイズが多い情報を有効活用できるようになります．

もたらされる変革：信頼度の低い情報を取り除くことにより，検索の精度を上げることができます．また，写真共有サイトのノイズの多いデータを利用して画像処理システムを高精度にするなど，他の技術にも応用できます．



岩田

松林

関連文献

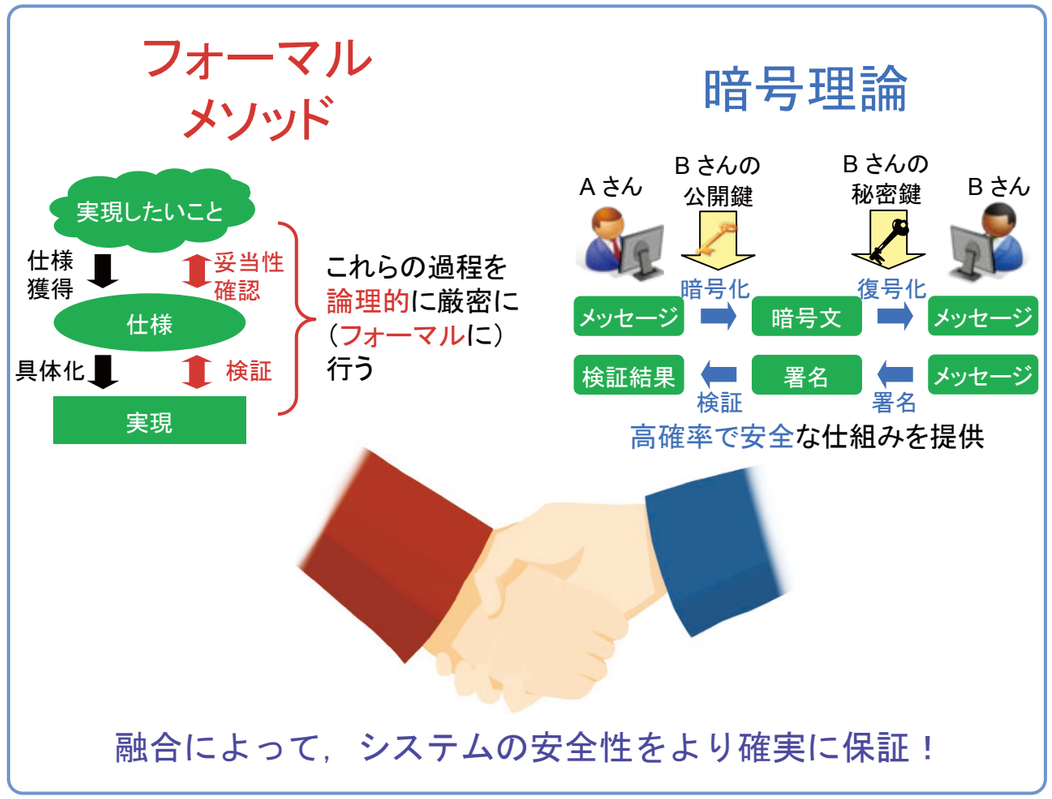
岩田，山田，上田，“内容と関連するタグの教師なし抽出，”信学技報，人工知能と知識処理研究会，2009.

連絡先: 岩田具治 (Tomoharu Iwata)
協創情報研究部 知能創発環境研究グループ

論理×確率で安心・安全を極める

－フォーマルメソッドと暗号理論の融合－

オーガナイザ：真野健



概要： 暗号はセキュリティを支える重要な技術です．しかしどんなに強力な暗号を用いても，複雑化した情報システムでは，設計者が想定しない情報漏洩などがおこる危険性があります．一方フォーマルメソッドは，システムの正しさを数学の証明問題を解くのと同じ厳密さで論理的に検証することによって，高い安全性を実現する方法論です．フォーマルメソッドと暗号理論，別々に発達した2つの研究分野を融合することで，システムの安全性をより確実に保証します．

展示紹介： 今回の展示では，以下に挙げる３項目をご紹介します．

- 融合の意義，鍵となるアイデア，および融合のためのアプローチの種類について紹介
- ［第1のアプローチ，フォーマルメソッドから暗号理論へ］フォーマルメソッドによるセキュリティ検証方法が暗号理論的にも十分信頼性が高いことを証明
- ［第2のアプローチ，暗号理論からフォーマルメソッドへ］困難であった安全性証明を計算機に任せることが可能に

真野健

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/c2/index.html

論理×確率で安心・安全を極める　C-2-1

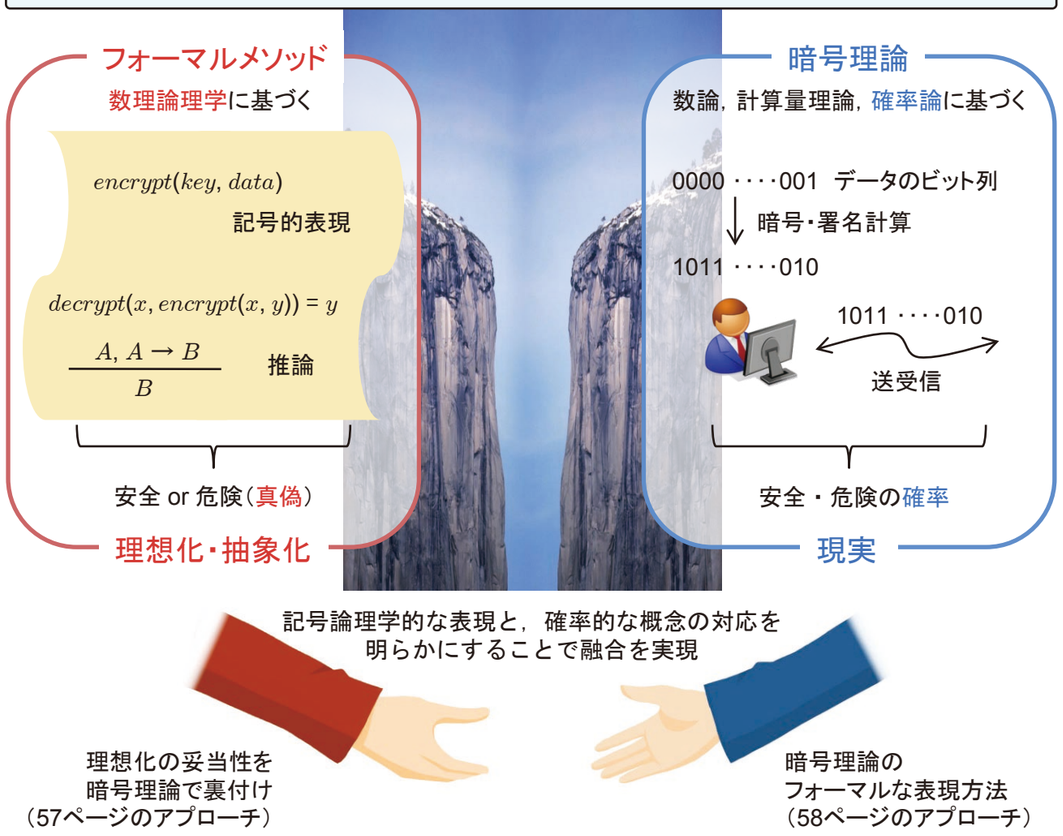
フォーマルメソッドと暗号理論をつなぐ鍵

ー論理学と確率論をつなぐー

どんな研究？： 高いセキュリティを持つ情報システムを実現する研究です．厳密な検証を目的とするフォーマルメソッドと，安全な仕組みを提供するために発展した暗号理論との融合で，情報セキュリティ分野の革新的新領域を創出します．

どこが凄い？： フォーマルメソッドの記号論理学的な表現と，暗号理論の確率的な概念の対応関係を明らかにしました．これにより，フォーマルメソッドによる暗号の安全性証明や，暗号理論による検証方法論の正当化などが可能になりました．

もたらされる変革： 高度な暗号を駆使した情報システムの安全性を，フォーマルメソッドによって厳密かつ効率的に検証できるようになります．特に高い安全性を求められる電子政府などのシステムを実現するための，基礎技術を提供します．



関連文献

真野，櫻田，河辺，塚田，“ゲーム列による安全性証明の形式化と自動化”，応用数理，vol. 17，no. 4，pp. 38-46，2007.

萩谷，塚田（編），数理的技法による情報セキュリティ，日本応用数理学会監修，シリーズ・応用数理，共立出版，2009 年刊行予定.

連絡先: 真野健 (Ken Mano)
協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ

論理×確率で安心・安全を極める　C-2-2

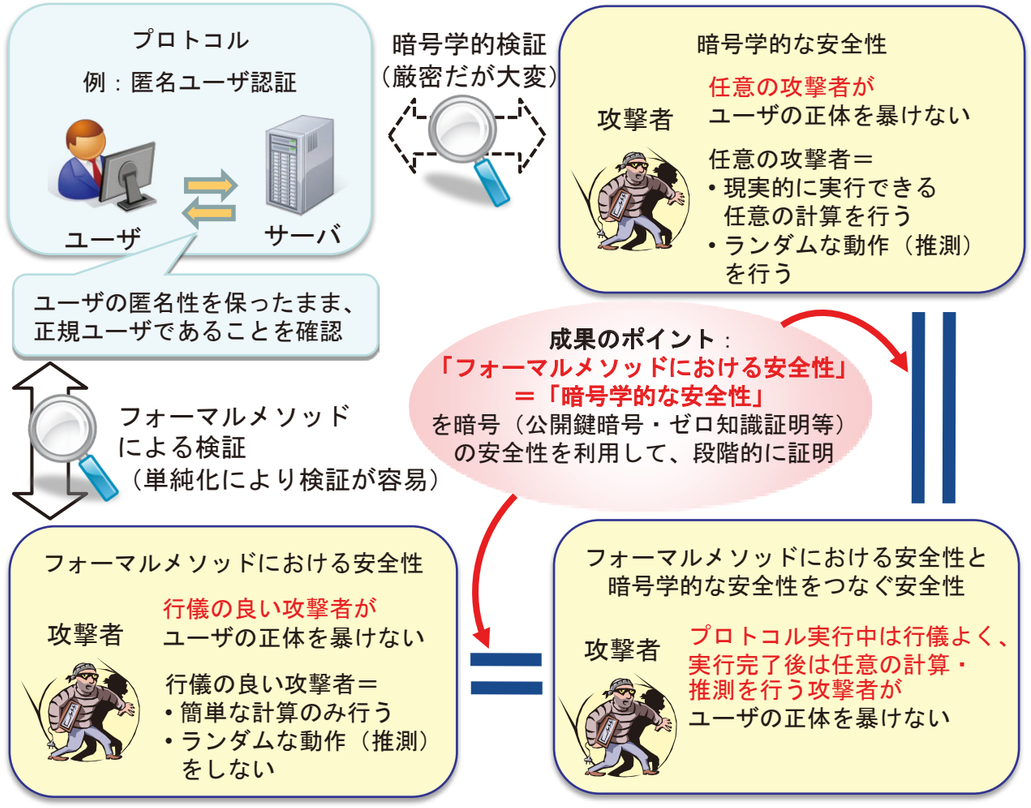
99.999…%安全です

ーフォーマルメソッドから暗号理論へ ー

どんな研究？： 「通信を行うシステムがフォーマルメソッドを用いた検証によって『 安全である』とされた場合には，暗号学的な意味においても安全である」ということを証明しました．

どこが凄い？： 「安全である」か「安全でない」かの二者択一の判定を行うフォーマルメソッドと，攻撃の成功確率と所要時間で安全性を測る暗号理論との関連性を明らかにし，双方の利点を活かしました．

もたらされる変革： フォーマルメソッドによるセキュリティ検証方法が暗号理論的にも十分信頼性が高いことを示しました。これにより，電子政府などのセキュリティの検証を厳密かつ簡単に行うことができます．



関連文献

G. Bana, Y. Kawamoto, H. Sakurada, “Computational Soundness of (Interactive) Zero-Knowledge Proof Systems in the Presence of Active Adversaries,” Computational and Symbolic Proofs of Security, 2009.

連絡先: 櫻田英樹 (Hideki Sakurada)
協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ

論理×確率で安心・安全を極める　C-2-3

頑固なバグも楽々発見

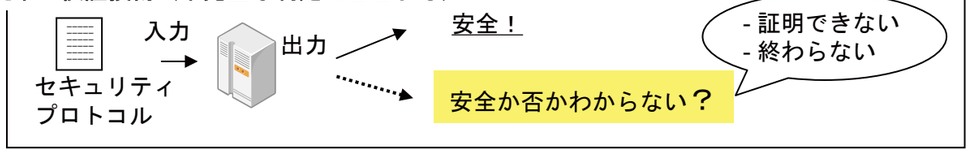
― 暗号理論からフォーマルメソッドへ ―

どんな研究？：秘密の漏洩，データの改ざんを防ぐセキュリティプロトコルの安全性を，計算機を使って正確に検証します．

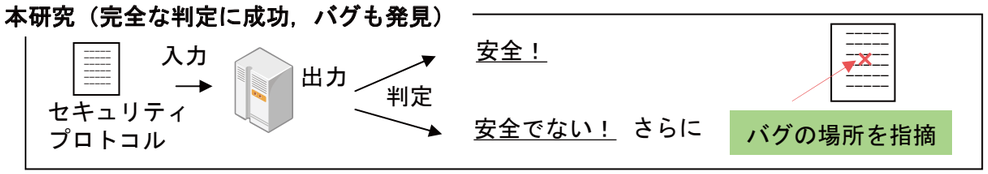
どこが凄い？：実用的な時間で，プロトコルが「安全」か「安全でない」かを自動的に判別し，どこにバグがあるかも指摘します．

もたらされる変革：専門家でも苦労していたセキュリティプロトコルの安全性証明を，計算機で自動的に行うことができます．高度なプロトコルの設計効率を大幅に改善し，どのような不正攻撃に対しても安心なインターネットサービスを提供することができます．

従来の検証技術（不完全な判定にとどまる）

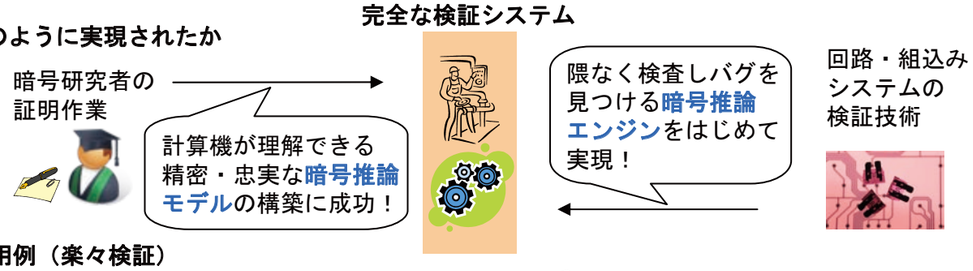


本研究（完全な判定に成功，バグも発見）



どのように実現されたか

完全な検証システム



応用例（楽々検証）

紛失通信（基本プロトコル）の証明

残された課題

- 扱えるプロトコルクラスの拡大：（現状）暗号通信〈認証〉→（今後）暗号計算〈電子マネー〉
- 攻撃モデルを拡張：（現状）盗聴 →（今後）データ改ざん

関連文献

T. Araragi and O. Pereira : Automatic Verification of Simulatability in Security Protocols, the 4th International Conference on Information Assurance and Security 2008, IAS 2008, pp.275—280, 2008.

連絡先: 櫟　粛之(Tadashi Araragi)
協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ

量子通信が作る安全で快適な世界

―プロトコル設計にむけた量子通信の数学的性質の解明―

オーガナイザ：加藤 豪

量子通信とは何か

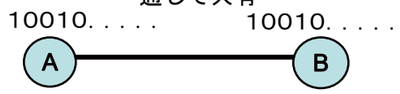
量子ビット※1を使って行う通信です．

量子ビット(イメージ)

量子通信は有用なのか

共通鍵※2を共有するための絶対に安全なプロトコル※3など，通常の通信では実現が原理的にできないプロトコルがいくつか知られています．

共通鍵を量子ネットワークを通じて共有

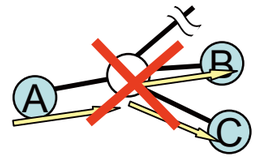


何が難しいのか

量子ビットがコピーできないため，ブロードキャスト※4ができません．

量子ビットを使っているため情報処理の過程を直感的に捉えにくく，有効な新しいプロトコルを作るのは簡単ではありません．

量子通信ではブロードキャストできない



何を研究しているのか

(1)量子特有の性質が，巨大なネットワークでのプロトコル設計にどのように影響するかを知ることが重要になります．

(2)量子通信だからこそできるプロトコルを作るために，量子ビットの性質を評価することが重要になります．

この展示では，この二つの問題意識から得られた成果をご説明します．

※1：0と1が混ざったものも許される連続的な状態を持つビット　※2：共有鍵暗号方式で用いる鍵　※3：情報の通信手順　※4：情報を多人数に同時に配送すること

概要：暗号で使う共通鍵の送受信を量子通信によって実現すると，外部へ情報が漏れないことが原理的に保証されています．このように，量子通信には従来の通信方式にない能力があります．そこで，量子通信が持つ本質的な性質を定量的かつ厳密に評価することにより，その長所や限界を解明し，安全で快適な通信環境の実現を目指しています．

展示紹介：効率的かつ有用な量子プロトコルを構築するために必須な研究として，以下の二つの切り口から，量子通信の持つ特殊性や普遍性を示します．

①ネットワーク
　量子通信を巨大なネットワーク上でおこなう場合に，効率的な量子プロトコルを作るために重要な普遍的性質の解明

②量子ビット
　量子ビットは必ずしもコピーできるとは限らないという量子情報特有の性質を定量的に評価

加藤　豪

以下のURLから，動画コンテンツのほか関連文献のリスト等が掲載されております．
より深い理解のためにご参照下さい．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/c3/index.html

量子通信が作る安全で快適な世界 C-3-1

量子プロトコルの簡単レシピ

ー 巨大ネットワーク上における量子プロトコル構成法 ー

どんな研究？：量子プロトコルを設計する際，２台の量子計算機が直結されているシンプルなネットワークを仮定することが少なくありません．「このような仮定の下で設計した量子プロトコルは，巨大なネットワークでも通用するのか？」という疑問に挑戦します．

どこが凄い？：ランダムなビット列を事前に共有できる仮想的通信モデルを導入して解析を行いました．この結果，シンプルなネットワーク上で効率的な量子プロトコルは巨大なネットワーク上においても効率的であることが明らかになりました．

もたらされる変革：巨大ネットワーク上で有効な量子プロトコルの設計が容易になりました．これにより，量子プロトコル設計の生産性が飛躍的に高まり，様々な効率的量子プロトコルの誕生が期待されます．

地理的に離れた地点にいるAさんとBさんが通信を介して協調作業を行いたい状況にしばしば遭遇します．そのために通信プロトコル（通信手順）を予め決めておく必要があります．もちろん，通信量が少ない（効率的な）通信プロトコルが好ましいわけです．

図1のような**シンプルなネットワーク**を仮定すると考えやすくてよいかもしれません．

図１

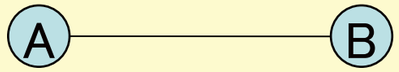
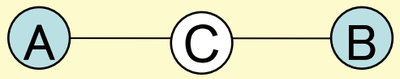


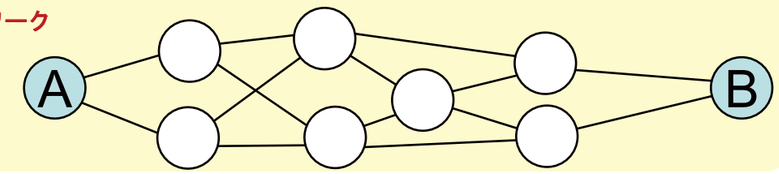
図2のように，**CさんがAB間にいる**場合，
Cさんはメッセージを転送するだけと仮定してよいのでしょうか？
効率の良いプロトコルを作るためには
Cさんが高度な処理をする可能性まで考慮にいれる必要があるのでしょうか？

図２



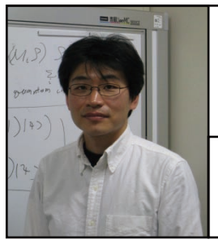
もっと複雑なネットワーク
ではどうでしょうか？

図３



非量子通信（＝通常の通信）では，AB間にあるノードはメッセージを転送するだけで，通信プロトコルとして十分に効率的であることが知られています．しかし，量子通信では，量子相関が存在するため状況は極めて複雑です．

本研究は，量子通信においてさえも，途中ノードは転送するだけで十分であることを数学的に証明しました．これにより，図１のシンプルなネットワーク上で構成した通信プロトコルは，図３のような複雑なネットワーク上でも十分効率的であるということが言えます．



関連文献
Seiichiro Tani, Masaki Nakanishi and Shigeru Yamashita, “Multi-party Quantum Communication Complexity with Routed Messages,” Proc.14th Int’ Conf. Computing and Combinatorics, Lecture Notes in Computer Science, Vol.5092, pp.180-190, Springer, 2008.

連絡先: 谷誠一郎 (Seiichiro Tani)
協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ

量子通信が作る安全で快適な世界 C-3-2

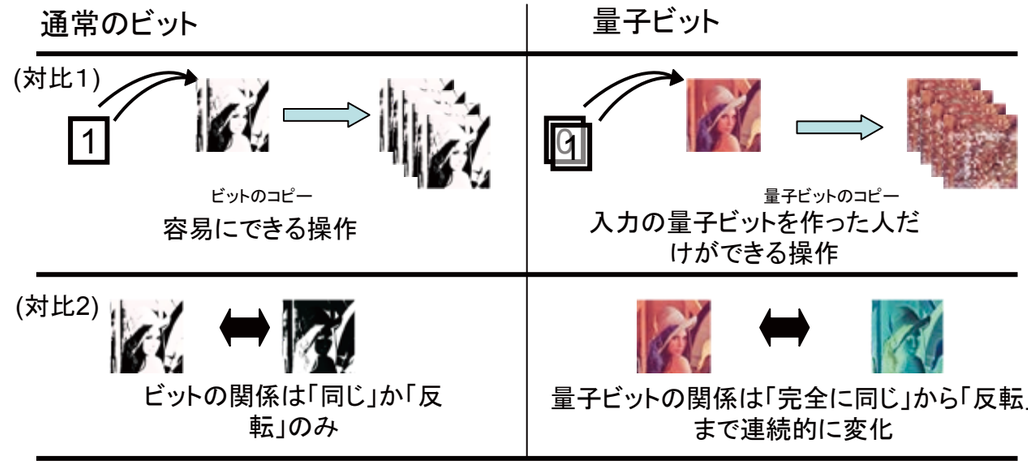
量子ビットが創る不思議なネットワーク通信

ー量子ビットの持つ解析的性質ー

どんな研究？：量子ビットは通常のビットと異なり必ずしもコピーできるとは限りません．この性質を用いることで，極めて安全な量子プロトコルの設計が可能になります．そこで，量子ビットのコピー精度を厳密に評価しました．

どこが凄い？：複数の量子ビットをコピーする問題において，「反転(厳密には直交)する量子ビット」をヒントとした場合のコピー精度を，世界で初めて解析的に明らかにしました．これは，空間の対称性を仮定すると自由度が減る性質を利用することで実現しました．

もたらされる変革：より安全な次世代情報基盤を実現するための革新技術が求められています．本研究は，絶対安全な量子プロトコルを構築するための核技術となるもので，電子マネーなどのように「コピー不可能」という性質が必要なサービスに欠かせません．



この研究では，入出力に対する「類似度」の期待値により量子ビットのコピー精度を評価

ここで，入力には量子ビットが「反転」したものが混ざっているものとする．

⇒ 同一の量子ビットを入力とするよりも，反転する量子ビットを混ぜた入力の方がコピーの精度が向上することを発見

関連文献
Cloning of qubits with both the cloned state and the state orthogonal to it as inputs,
G. Kato, Phys. Rev. A 79, 032315(2009)

連絡先: 加藤豪 (Go Kato)
協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ

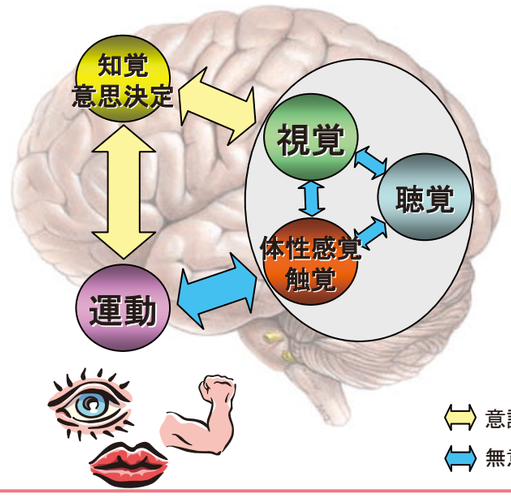
見る，触る，身体が動く

ー脳と身体の統合的理解を目指してー

オーガナイザ： 五味裕章

脳は，目的・意図に応じて，感覚器官で捉えた外界や自分の状態（姿勢や動き，声など）の情報を使いながら，運動を生成するための情報処理を刻一刻と行っています．

この情報処理の一部は「意識」に上らず，感覚間あるいは運動生成との双方向かつ直接的インタラクションにより処理され，スムーズな運動を作り出すことに役立っています．



このような脳と身体の情報処理における関係を統合的に理解することは，より自然なインタラクティブ・インタフェースの技術を構築していく上で，欠くことのできない指針や知見を提供すると考えています．

概要： 脳は視覚や触覚，筋に埋め込まれたセンサーなどからの情報をどのように使って外界を表現し，また手や足を動かしているのでしょうか？感覚情報にちょっとした細工をすると，知覚や運動への不思議な影響が現れます．私たちは，これらの現象を応用して，脳が外界とインタラクションするために行っている感覚運動情報処理を解明し，また新しいインタフェースを創出する基盤を築くことを目指しています．

展示紹介： 正座で感覚が麻痺してうまく立てなかったり，触り方で温度の感じ方が変化したり，と外界の知覚や運動に関係する「不思議」は日常生活のなかに沢山潜んでいます．それらの不思議を引き起こす脳の情報処理を解明し利用するための一歩進んだアプローチを，この展示テーマではご紹介します．

①身体知覚の不思議 ～動かす／動かされる時～
②運動学習の不思議 ～環境が脳をスイッチ！～
③温度感覚の不思議 ～触覚で温度感覚が変わる～
④力感覚の錯覚を利用して視覚障がい者を道案内

五味裕章

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/d1/index.html

見る，触る，身体が動く　D-1-1

身体知覚の不思議 ～動かす／動かされる時～

－能動運動情報の身体知覚における役割－

どんな研究？： 自分のからだがどのような状態にあるかを知覚すること（身体知覚）は，私たちが行動するうえで不可欠な要素です．本研究では，身体知覚が形成される情報処理過程の解明をめざしています．

どこが凄い？： 身体知覚は，感覚情報だけで成り立つわけではなく，感覚情報の曖昧さを補うために“からだを動かす”情報も利用していることがわかりました．つまり“知覚”処理には運動も関わっているのです．

もたらされる変革： 本知見は，運動によって知覚が変化する可能性を示唆しています．今後このような特性を利用して，知覚を操作できる装置や知覚を向上させる訓練法などへの展開が期待されます．

“身体知覚”とは

「自分のからだの状態（動き）」の知覚

従来説：視覚や体性感覚などの感覚情報に頼る

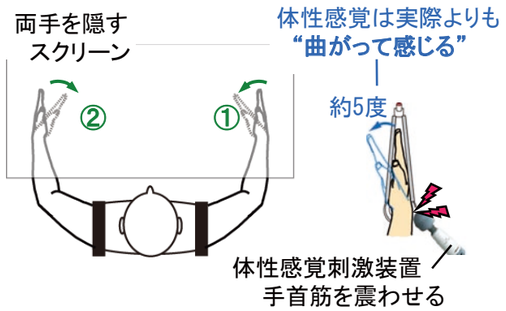
⬇

私達の考え：“からだを動かす（能動運動）”情報も関係しているのでは？

検証実験

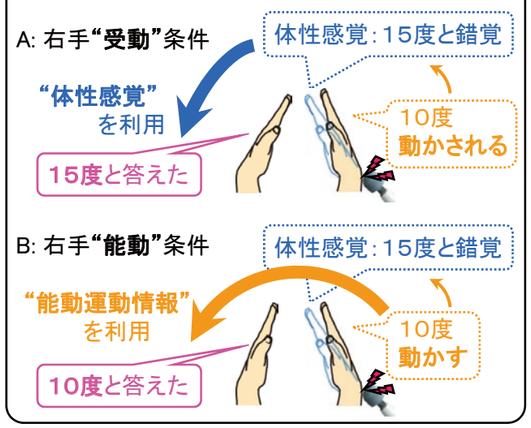
① 右手首の動き　条件A: **受動（動かされる）**
条件B: **能動（動かす）**

② 右手の動き（身体知覚）を**左手で“答える”**



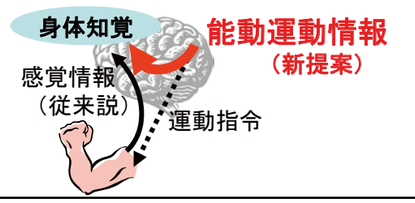
⇒ このとき，左手の“答え”（動き）はどうなるか？

実験結果（左手の答え）



結果が意味すること

身体知覚には，感覚情報の不確かさを補うため，「能動運動情報」も利用している



関連文献

Kimura T., Gomi H. “Sensory mismatch varies motor strategy”. Society for Neuroscience 38th Annual meeting, Washington DC, 2008.

木村聡貴，五味裕章 “感覚情報の不整合は運動情報ベースの運動方略を引き出す”. 第23回 生体・生理工学シンポジウム, 名古屋, 2008.

連絡先: 木村聡貴(Toshitaka Kimura)
人間情報研究部　感覚運動グループ

見る，触る，身体が動く　D-1-2

運動学習の不思議　～環境が脳をスイッチ！～

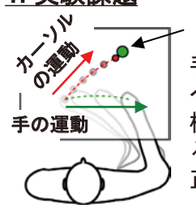
－トレーニング環境で変わる脳の運動学習モード－

どんな研究？： 新しい道具を使うときや新しいスポーツを始めるとき，私たちは練習を繰り返すことによって目標の運動を達成できるようになります．本研究は，新たな身体運動を学習する脳の情報処理メカニズムの解明を目指しています．

どこが凄い？： 身体の動きの裏に潜む脳の内部状態を，様々な外乱に対する身体応答から推定しました．そして，トレーニング環境に応じて，脳が異なる学習の“モード”を選択することがわかりました．

もたらされる変革： 将来，トレーニング環境を調節して脳の学習モードを「操作する」ことが可能になるかもしれません．スポーツの新たな訓練方法の開発や，ヒューマンインタフェースの設計などへの応用が考えられます．

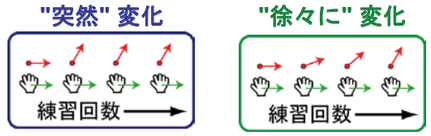
1. 実験課題



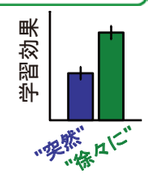
手の運動と異なる方向へ動くカーソルを，様々な位置に提示されるターゲットへ素早く正確に動かします．

2. トレーニング環境による学習効果の違い

カーソルの動く方向が，訓練中のある試行から　試行回数とともに



□ **学習効果**：
訓練後，カーソルの動きを元に戻しても，学習の効果で手の運動はすぐには元にもどりません．



□なぜ学習効果に差が生じる？

従来説:
トレーニング環境によって運動の "習熟度" が異なる．

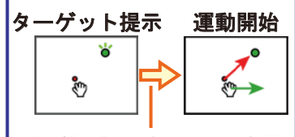
⇨

新仮説:
トレーニング環境によって，運動学習の“モード”が異なる．

3. 学習後の脳の内部状態を推定

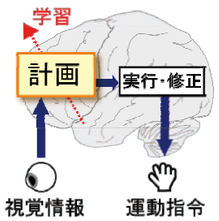
環境が "突然" 変化

□ **反応時間が長くなる**



手が動き出すまでに時間がかかるようになります．

□ **運動の計画**を学習



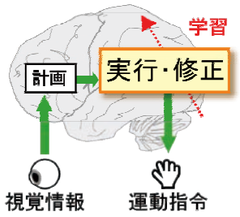
環境が "徐々に" 変化

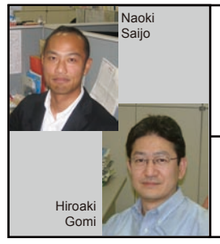
□ **運動のずれに敏感になる**

手の運動中にカーソルの運動を少しずらす．

手の運動が大きく修正される

□ **運動の実行・修正**を学習





関連文献

西條直樹，五味裕章，“手先回転変換の変化に応じた腕到達運動の学習戦略.” 電子情報通信学会論文誌, Vol.J92-D,No.4,pp.552-561, 2009.

N. Saijo, H. Gomi, “Strategy changes in motor learning according to the increasing rate of visuomotor rotation and to the online visual feedback. “ Society for Neuroscience Annual Meeting Abstract, 2008.

連絡先: 西條直樹 (Naoki Saijo)
人間情報研究部 感覚運動研究グループ

見る，触る，身体が動く　D-1-3

温度感覚の不思議～触覚で温度感覚が変わる～

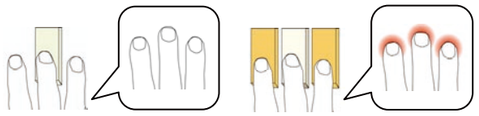
－温度感覚と触覚の統合メカニズムの解明－

どんな研究？：対象物に触ったときの温度感覚は，物理的な温度だけでは決まりません．実は，対象物への触り方も，感じられる温度に影響を与えるのです．このことを示す錯覚を発見し，温度感覚と触覚の統合メカニズムを分析しました．

どこが凄い？：3本の指で対象物に触るとき，それぞれの指に与える温度の組み合わせによって，温かいものに触れていない指まで温かく感じたり，温かいものに触れている指の温かさが弱まって感じたりする錯覚が生じます．

もたらされる変革：今後，この研究をさらに進め，対象物の手触りを認識する脳のメカニズムを明らかにするとともに，温覚ディスプレイの開発など工学的応用にもつなげていきます．

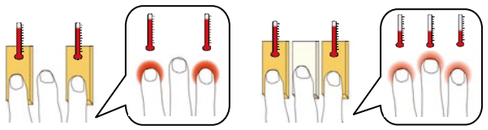
錯覚1：
触覚によって、温度を感じる場所が決まります



中指が指と同じ温度の対象物に接触する場合，中指はそれを温かいとは感じません（左図）．

しかし，外側の二本の指が温かい対象物に接触すると，なぜか中指に感じる温度も高くなります（右図）．

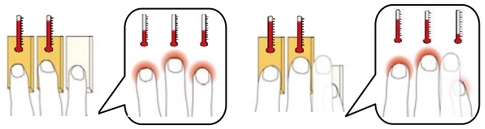
錯覚2：
触覚刺激が感じられる温度に影響します



両側の指が温かい対象物に接触すると，両側の指に高い温度を感じます（左図）．

しかし，中指が指と同じ温度の対象物に接触すると，両側の指に感じる温度は低くなり，中指にも同程度の温度を感じます（右図）．

錯覚3：
触る指の組み合わせが、感じられる温度に影響します



人さし指と中指だけに温かい対象物を接触させます．薬指が指と同じ温度の対象物に接触している場合，三本の指に同一の温度を感じます（左図）．

しかし，薬指のかわりに小指が指と同じ温度の対象物に接触している場合には，小指に感じる温度が低くなります（右図）．

このことは冷たい感覚にも当てはまります．

関連文献

H.-N. Ho, J. Watanabe, H. Ando, M. Kashino (2008) “Role of touch in thermal localization,” in 9th International Multisensory Research Forum, Hamburg, Germany, July, 2008.

H.-N. Ho, J. Watanabe, H. Ando, M. Kashino (2008), “Perceptual thermal uniformity created by thermal referral,” in Neuroscience 2008, No. 178.28/QQ35, Washington, DC, USA, November, 2008.

連絡先: 何昕霓 (Hsin-Ni Ho)
人間情報研究部　感覚情動研究グループ

見る，触る，身体が動く　D-1-4

力感覚の錯覚を利用して視覚障がい者を道案内

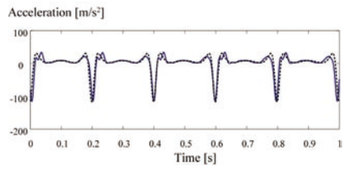
－手のひらサイズの多自由度「ぶるなび」による歩行誘導－

どんな研究？：人間の知覚特性を利用して携帯端末で牽引力感覚を発生させる装置を提案・開発しています．京都市消防局，京都府盲学校と協力しながら，災害時に視覚障がい者の避難誘導を補助するシステムの実証実験を行いました．

どこが凄い？：視覚障がい者が白杖を持つことを考慮し，片手で持てるＣＤサイズの装置を設計し，リンクとカムの融合機構から成る非対称振動発生装置を開発しました．これにより，聴覚情報を遮断した条件下でも歩行誘導ができます．

もたらされる変革：携帯電話などの情報端末に組み込むと，音声案内に加え，体性感覚情報を介した歩行経路の誘導が可能になります．また直観的な方向指示ですので，外国人観光客などのガイドにもすぐに応用できます．

非対称振動の生成

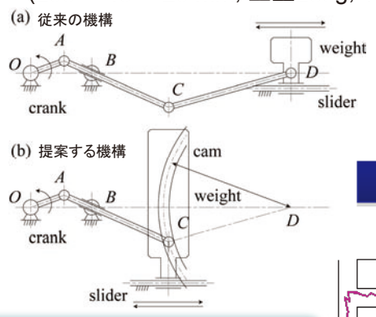


5～10 pulses per second の非対称振動は牽引力のように感じられる

「ぶるなび」の小型化

これまでに1自由度の力覚提示装置をリンク機構を応用して開発

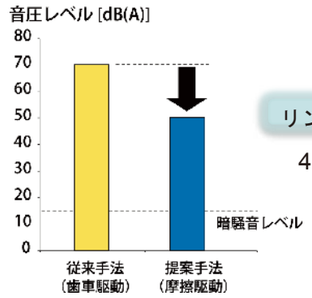
(200 ×40 ×20 mm, 重量250g, 1DoF)



歩行経路誘導実験

・視覚に障がいのある実験協力者23名
・京都市街を模した経路

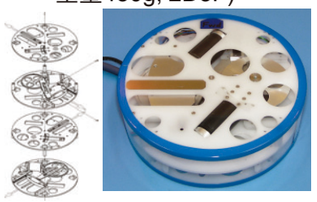
「ぶるなび」の静音化



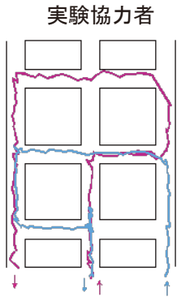
摩擦駆動方式を採用することで，歯車による駆動方式と比較して，駆動雑音の15 dB (A) 以上の静粛化に成功

リンク機構とカムのハイブリッド機構

4層式積層構造の試作機を開発
(直径120 mm×厚さ36 mm,
重量430g, 2DoF)



観測された歩行経路の例



赤：聴覚情報あり
青：聴覚情報なし

23名中21名を所定経路へ誘導することに成功

聴覚情報が遮断された条件でも歩行誘導が可能，歩行速度に有意差なし
→サイレンが鳴るなど騒音下でも利用可能

関連文献

T. Amemiya, T. Maeda, “Directional Force Sensation by Asymmetric Oscillation from a Double-layer Slider-crank Mechanism,” J. Computing and Information Science in Engineering 9(1), Mar 2009.

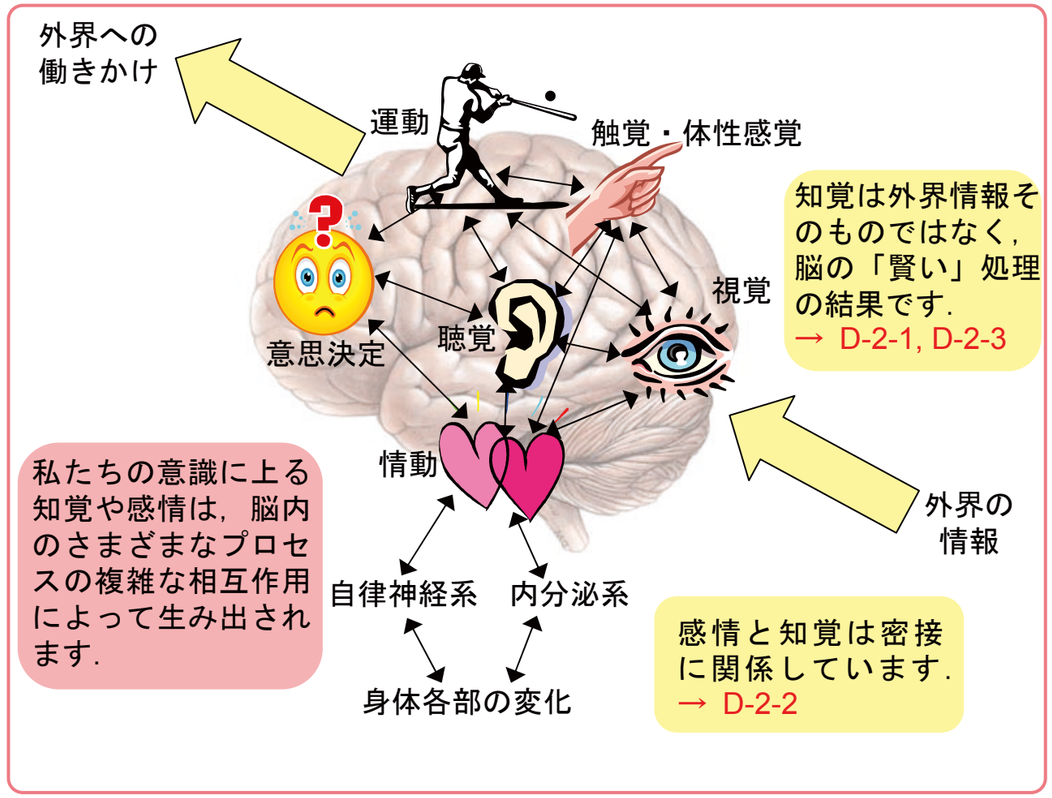
T. Amemiya, H. Sugiyama, “Design of a Haptic Direction Indicator for Visually Impaired People in Emergency Situations,” In Proc. of ICCHP 2008, pp.1141-1144, July 2008.

連絡先: 雨宮智浩 (Tomohiro Amemiya)
人間情報研究部 感覚運動研究グループ

見る，聞く，気持ちが動く

ー感覚と感情の認知脳科学ー

オーガナイザ： 柏野牧夫



概要：見る，聞く，触るといった知覚や，快不快や喜怒哀楽などの感情は，日常生活でごく当たり前のようにリアルに体験されます．しかしその背後には，脳での複雑な情報処理や，身体各部の変化など，意識に上らない膨大なプロセスが動いています．私たちは，そのようなプロセスの特性や原理を明らかにすることを目指して研究を進めています．本研究は，人間本来のあり方に適った，自然で安全な情報通信技術を開発するための基盤を提供します．

展示紹介：**知覚**や感情に関する最新の研究成果の一端を，デモンストレーション中心にわかりやすくご紹介します．

D-2-1 物理・画像・知覚の秘められた関係 ～自然画像から探る視覚の仕組み～
D-2-2 感情で見え方が変わる ～感情と認知の相互作用～
D-2-3 目や耳や脳のしくみを楽しむ、学ぶ
～錯覚体験ウェブサイト「イリュージョンフォーラム」～

柏野牧夫

以下のURLから，より専門的な情報がご覧いただけます．
動画コンテンツのほか，関連文献のリスト等が掲載されています．
http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2009/theme/d2/index.html

見る，聞く，気持ちが動く　D-2-1

物理・画像・知覚の秘められた関係

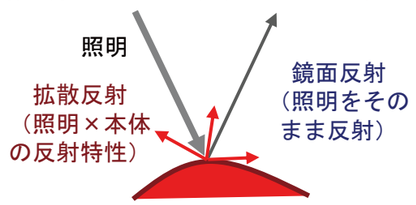
ー自然画像から探る視覚の仕組みー

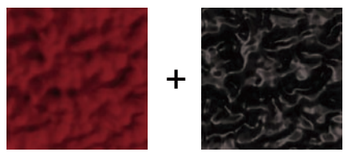
どんな研究？：人間は画像中の物体の質感や自然さを瞬時に理解する素晴らしい能力を持っていますが，その仕組みはほとんど分かっていません．光沢知覚における明暗情報の役割の解明に続いて，今回，色彩情報の役割をあきらかにしました．

どこが凄い？：ハイライトの知覚において色の組み合わせが重要であることを発見しました．自然画像は複雑な光学現象の結果生まれたものですが，そこにはたらく物理法則を人間の視覚系は無意識のうちに理解していて，質感知覚に利用していることが分かりました．

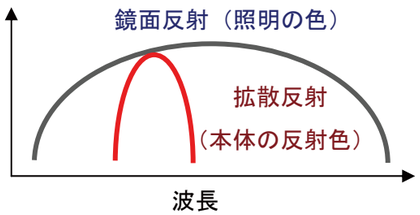
もたらされる変革：脳が利用する画像情報と利用しない画像情報を切り分けることができれば，物理的に正しい画像にこだわった「重くて柔軟性のない」現在の映像技術を，人間にとって正しく見えることに主眼を置いた「軽くて柔軟な」未来の映像技術へと進化させることができます．

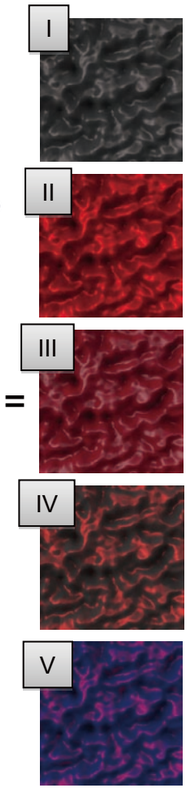
プラスティックなど多くの材質の光の表面反射は，本体の特性を反映する拡散反射成分とハイライトを生む鏡面反射成分の二つから成り立っています





物理的には，拡散反射成分の波長スペクトルは鏡面反射成分に含まれるはずです





ケース	拡散反射	波長関係	鏡面反射	本体	照明
I	白	⊆	白	白	白
II	赤	⊆	赤	白	赤
				赤	赤
III	赤	⊂	白	赤	白
IV	白	⊃	赤	不可能	
V	青	⊄	赤	不可能	

二つの成分の色の関係は物理的に決まっています

その法則に合わないIVやVのようなケースには，正しいハイライトが知覚されません

人間が光沢を知覚するときに，まるで難しい光学法則を無意識のうちに理解しているかのように，正しく色の情報を利用していることがわかりました

関連文献

S. Nishida, I. Motoyoshi, L. Nakano, Y. Li, L, Sharan, E.H. Adelson, “Do colored highlights look like highlights? [Abstract]”, Journal of Vision, 8(6):339, 339a, 2008.

I. Motoyoshi, S. Nishida, L. Sharan & E.H. Adelson, “Image statistics and the perception of surface qualities”, Nature, 447(7141), 2006-2009, 2008.

連絡先: 西田眞也 (Shin’ya Nishida), 本吉勇 (Isamu Motoyoshi)
人間情報研究部 感覚情動研究グループ

見る，聞く，気持ちが動く　D-2-2

感情で見え方が変わる

ー 感情と認知の相互作用 ー

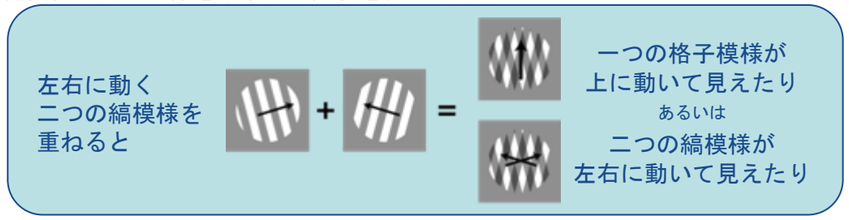
どんな研究？：「嬉しい」とか「悲しい」といった気持ちがものの見え方をどのように変えるかを研究しています．それによって私たちが心に抱く感情の役割とメカニズムに迫ることができます．

どこが凄い？：私たちの普段の行動は，その時に感じている気持ちに大きく左右されています．驚くことに，ごく単純なパターンの見え方さえも感情の影響を受けることが分かってきました．

もたらされる変革：この研究が発展すると，単純なパターンの見え方から人の感情の状態を推定することができるようになるかもしれません．また自分の気持ちのコントロールを手助けする手法の開発にもつながります．

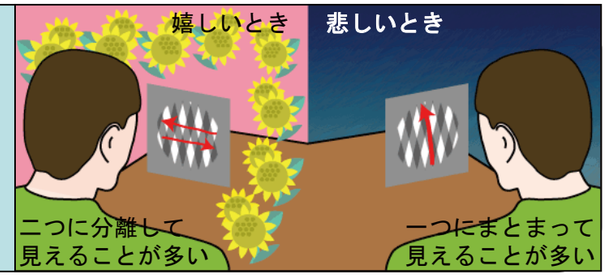
「うれしい」「悲しい」「こわい」「好き」「嫌い」「不安」・・・
私たちの行動はその時々の感情に大きく左右されています．
しかし感情がどれくらい私たちに影響を与えているのか，まだはっきり分かっていません．

例えば，感情によってものの見え方が変わることはあるのでしょうか．
二つの縞模様が動く映像を観察する実験を行いました．



「嬉しい」気分のときや「悲しい」気分の時にこの映像を観察すると

これまでに経験した「嬉しかった」出来事，あるいは「悲しかった」出来事を思い出してもらいます．



ポジティブな感情は複数の対象への注意を促進し，ネガティブな気分は一つの対象への注意の焦点化を促進する可能性があります．

関連文献

Suzuki, Kitagawa, Koizumi & Kashino, Emotion biases which you see in a bistable motion pattern. European Conference on Visual Perception, 2008.

北村, 北川, “感情が彩る知覚世界” 知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌），**20**，pp. 303-313，2008.

連絡先: 北川智利 (Norimichi Kitagawa)
人間情報研究部 感覚情動研究グループ

見る，聞く，気持ちが動く　　D-2-3

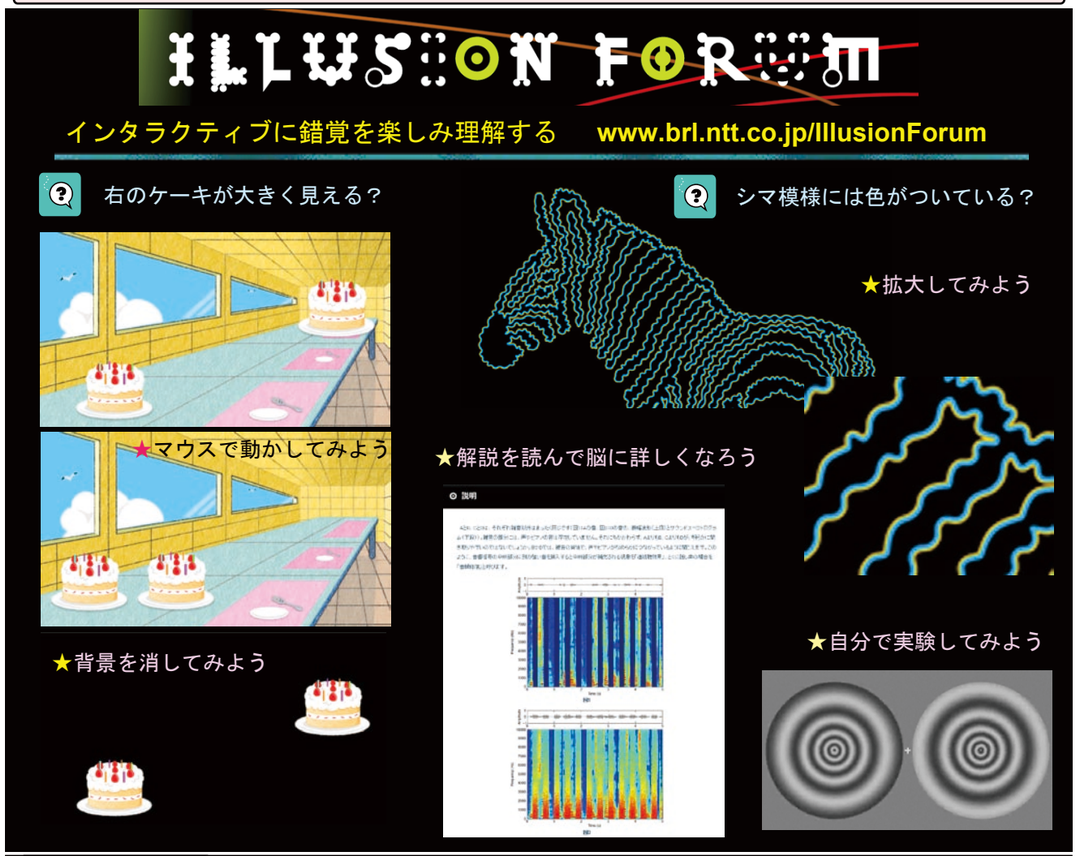
目や耳や脳のしくみを楽しむ，学ぶ

ー 錯覚体験ウェブサイト「イリュージョンフォーラム」 ー

どんな研究？： 「イリュージョンフォーラム」は，子どもから大人まで，目や耳の錯覚（イリュージョン）を，インタラクティブに楽しみながら，脳のしくみを学ぶことを目的としたウェブサイトです．

どこが凄い？： わかりやすいインタフェースにより，自分でいろいろと操作しながら，錯覚を体験することができます．目と耳両方の錯覚を網羅した世界で初めてのサイトで，専門家がやさしく解説しています．

もたらされる変革： 脳科学や心理学の一端に気軽に触れる機会を提供することにより，子供たちに，理科や科学への興味をもってもらうことを目指しています．



竹内

柏野

関連文献

竹内龍人　だまされる目 ～錯視のマジック～（子供の科学★サイエンスブックス）誠文堂新光社, 2009.
竹内龍人　錯視で実感する視覚と脳のしくみ. 「ニュートン」2009年5月号
柏野牧夫　錯覚からみた聴覚の「賢さ」. 日本バーチャルリアリティ学会誌, 10, 19-25, 2005.

連絡先: 竹内龍人（Tatsuto Takeuchi）柏野牧夫（Makio Kashino）
人間情報研究部 感覚情動研究グループ

NTT CS 研オープンハウス×未来想論 2009 実行委員会
（委 員 長）　堂坂 浩二
（副委員長）　向井　良
（委　　員）　小川 厚徳　　廣谷 定男　　藤野 昭典