



人間と情報環境の 共生インタラクション基盤技術の創出と展開

「共生インタラクション」研究領域
2017年度～2024年度

領域中間評価

間瀬健二



JST 共生インタラクションCREST 研究総括
名古屋大学 情報学研究科 知能システム学専攻 教授
Kenji Mase, PhD
Computer-Mediated Communication Lab.
Graduate School of Informatics
Nagoya University



あらまし

1. 研究総括のねらい
2. 研究課題の選考
3. 研究課題の進捗状況
4. 領域アドバイザー
5. 領域マネジメント
6. まとめ

1. 研究総括のねらい

戦略目標: ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化

- **人間・機械・情報環境からなる共生社会におけるインタラクション**に関する理解の深化

✓ AI、ロボティクス、データ科学、VR、IoT、CHIなどからなる共生社会



サイバー空間と実空間の融合

- 人間同士から環境全体まで多様な形態での**インタラクション**を高度に支援する**情報基盤技術**の創出と展開
 - 認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野と連携
 - 人間理解・社会デザイン・構成論的アプローチの共創

【戦略目標の3つの課題】

課題1 インタラクションを支援するための、**インターフェース**や**人間能力の拡張**に関する技術開発

課題2 **インタラクションを理解**するための、**原理**や**機構の解明**とそれに資する情報の収集・分析に関する技術開発

課題3 インタラクション技術の活用により、**社会構造**や**人間行動の最適化**を促すような環境を**デザイン**する技術開発



Society 5.0がめざす人間中心の共生社会実現に寄与

狙いとするテーマと目指した成果

人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開

Engineering, Science and Social Design for Innovation

- 先進AI技術を背景とした革新的なCHI・人間拡張・環境知能技術
 - ガジェット発案にとどまらないコンセプト・骨太の研究
- 心の状態(状況理解、判断、感情、情動)を想定したインタラクションのモデル化
 - 認知科学、心理学、脳科学、社会科学と連携するチーム
- インタラクションから知りうる「人と社会」
 - 個性・人格の推測、信頼感・共感の構築
 - 相互理解、共同作業による社会的課題解決

2. 研究課題の選考

選考結果：採択課題数

| | 応募 | 面接 | 採択 | 採択率 | PI平均年齢 |
|------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|
| 2017 Call 1 | 73 | 12 | 5 | 6.8% | 49.2 |
| 2018 Call 2 | 73 (7) | 14 (4) | 6 (1) | 8.2% | 44.3 |
| 2019 Call 3 | 77 (14) | 12 (3) | 5 (1) | 6.5% | 47.6 |
| Total (ANR) | 223 (21) | 36 (7) | 16 (2) | 7.2% | 46.9 |

ANR日仏共同提案（括弧内）は内数

高い応募数、選択的な採択率、ANR2件、若いPI

女性PI採択なし

Call 1(FY2017-2022) 採択課題






| 代表者氏名 | 所属 | 課題名 | 応用分野、KW |
|---|-------------|--|--------------------------|
|  | 東大 | データ駆動型知的情報システム の理解・制御のためのインタラ クション 機械学習のUI | ML、CHI |
|  | ATR (京大) | 街角環境で共生するロボットの インタラクション基盤技術 ロボットのモラル | HRI、モラル |
|  | 東工大 | 技能獲得メカニズムの原理解明 および獲得支援システムへの展 開 超絶技能の獲得支援 | CHI, AH, VR, 音 楽、スポーツ |
|  | 中部大 | 脳領域／個体／集団間のインタ ラクション創発原理の解明と適 用 機能分化、脳科学 | 複雑系数学、脳 科学、リザーバー |
|  | 京大 | 「優しい介護」インタラクシヨ ンの計算的・脳科学的解明 介護インタラクション解明 | CHI, CV, 感情、 介護、視線 |

Call 2 (FY2018-2023) 採択課題

2. 研究課題の選考

| 代表者氏名 | 所属 | 課題名 | 応用分野、KW |
|---|-----|--|---------------------|
|  塩見 昌裕 | ATR | ソーシャルタッチの計算論的解明とロボットへの応用 ソーシャルタッチ可能なロボット | HRI AI |
|  篠田 裕之 | 東大 | 実体化映像による多次元インタラクション ハプティックVR | VR, Haptics AI |
|  寺田 努 | 神戸大 | 提示系心理情報学に基づくインタラクション基盤確立 情報の受容性スクリーニング | HI, Wear. AI, AI |
|  開 一夫 | 東大 | 随伴性に基づくペダゴジカル情報基盤の創成 Eラーニング | CogSci, Edu. AI, AI |
|  柳澤 琢史 | 阪大 | 脳表現空間インタラクション技術の創出 脳表現空間によるBCI | Brain Sci. AI, ED |
|  山岸 順一 | NII | VoicePersonae: 声のアイデンティティクローニングと保護 音声クローニングと保護 ＜日仏共同提案＞ | Voice, Securi AI |

Call 3 (FY2019-2024) 採択課題

| 代表者氏名 | 所属 | 課題名 | 応用分野、KW | |
|--|---------------|--|---------|----------|
|  | 今井倫太 慶應大 | 文脈と解釈の同時推定に基づく相互理解コンピューテーションの実現 | 対話 | AI |
| HRI 相互理解 | | | | |
|  | 鈴木健嗣 筑波大 | ソーシャル・シグナルの共有と拡張による共感的行動の支援 | コ ミュ | A H |
| 共感を導くソーシャルシグナル | | | | |
|  | 戸田智基 名大 | 音メディアコミュニケーションにおける共創型機能拡張技術の創出 | 音声 | A H |
| 音声メディア拡張 | | | | |
|  | 中澤 仁 慶應大 | 限定合理性を超越する共生インタラクション基盤 | IoT | AI, F |
| スーパースマートシティ | | | | |
|  | 中村 哲 奈良先端大 | 仮想エージェントによる個人適応された情動社会スキルの訓練 <日仏共同提案> | SOM | AI |
| 社会性スキル訓練エージェント | | | | |

日仏共同提案公募(仏ANR)

JST CRESTと仏ANRとの共同研究提案スキーム（最初の取り組み）

- 応募
 - 日仏両組織に同一の提案書提出
- 審査
 - 日仏それぞれの委員会で一次書類審査
 - JST側の二次面接審査により採択者決定
 - JST側採択基準は一般応募と同様
- 手順レビュー
 - 連携シンポジウム時に審査プロセスの共同レビュー実施
- 評価
 - ANRは中間評価・最終評価なし
 - JSTは他課題と同じ評価基準（中間・最終評価、領域会議等アドバイス）
 - プロジェクト型研究課題として評価

共生インタラクション研究領域 16課題ポートフォリオ

戦略目標

課題 2

課題 1

課題 3

インタラクション
レイヤー

インタラクションの理解
原理の解明

インタラクションを支援
人間能力の拡張

インタラクションの活用
社会のデザイン

社会層

社会デザイン

創造性

インタラクションモデル

セキュリティ・ELSI

合理性限定解除、
都市デザイン
中澤仁

機械学習システムの
ヒューマンファクタ
五十嵐健夫

提示系心理情報学
寺田努

音声アイデンティティ、
クローンと保護 山岸順一

モラルロボットイン
タラクション
神田崇行

コミュニケーション層

相互対話理解
計算基盤
今井倫太

音メディア共創型機能
拡張 戸田智基

優しい介護
中澤篤志

情動社会スキル訓練
エージェント 中村哲

共感するソーシャルシ
グナル 鈴木健嗣

随伴性
教育基盤
開一夫

サイバーフィジカルシステム層

技能獲得の原理と支援
小池英樹

実体化映像、ハプティックVR
篠田裕之

脳表現空間インタラクション
柳澤琢史

ソーシャルタッチ、触れる口
ロボット 塩見昌裕

基礎理論

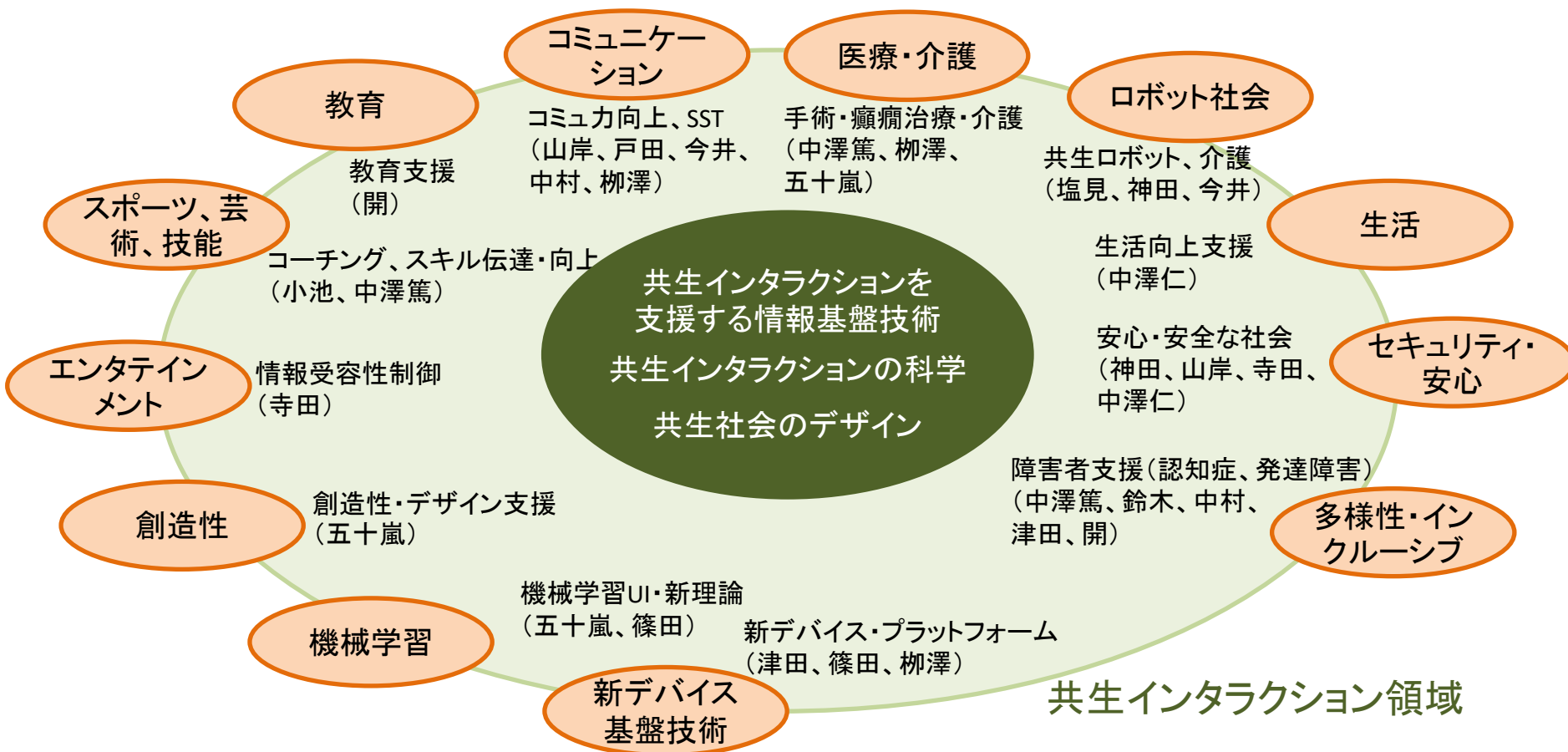
機能分化と創発インタラクション原理
津田一郎

Call 1

Call 2

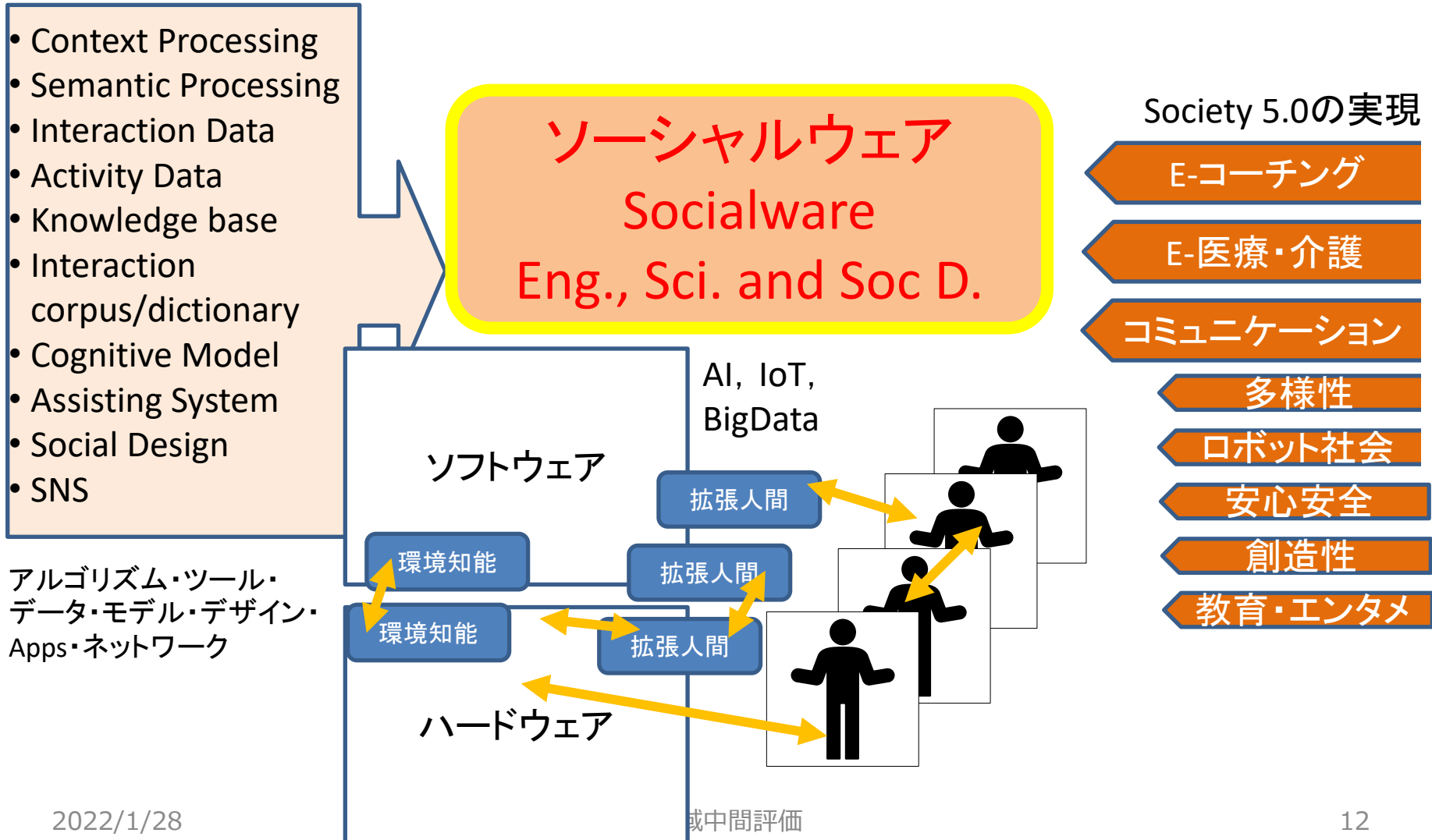
Call 3

応用分野



共生インタラクションの目指すところ

【科学技術イノベーション創出に向けて】



3. 戦略目標の達成に向けた状況

ー特記すべき研究課題の進捗ー

- 小池T： ピアニストの天井効果解明と心理緊張予防、音楽教育プログラム
- 山岸T： 個人性を再現する音声合成技術と保護、音声明瞭化<日仏>
- 中澤篤T： 優しい介護の「見る」技術の科学的解明と介護者訓練、触れるロボット
- 五十嵐T： 機械学習の潜在空間操作I/F、脳外科手術支援アプリ実展開
- 柳澤T： ECoG、fMRI脳情報デコーディング、てんかん治療、rBCI
- 寺田T： 情報の受容性における極性発見、受容性スクリーニング、エンタメ
- 中村T： 社会性スキルトレーニングエージェント、早期鬱診断<日仏>
- 津田T： 制約付自己組織化の数学モデル基盤、多階層インタラクション分析
- ロボット関連： モラルロボット、触れるロボット、
- その他

業績一覽

| 採択年 | 論文 | | 特許出願 | | 口頭発表 | | | | 受賞 | 報道 |
|----------------|------------|------------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 国内 | 国際 | 国内 | 国際 | 国内 | 招待 | 国際 | 招待 | | |
| 2017採択 (5件) | 32 | 312 | 2 | 3 | 329 | 178 | 146 | 83 | 63 | 95 |
| 2018採択 (6件) | 100 | 319 | 14 | 2 | 465 | 217 | 117 | 72 | 67 | 219 |
| 2019採択 (5件) | 23 | 113 | 0 | 2 | 96 | 16 | 21 | 7 | 19 | 2 |
| 合計 | 155 | 744 | 16 | 7 | 890 | 411 | 284 | 162 | 149 | 316 |

2021年12月1日時点

小池チーム「技能獲得メカニズムの原理解明及び 獲得支援システムへの展開」



小池英樹 PI
東工大



暦本純一
東大



牛場潤一
慶大

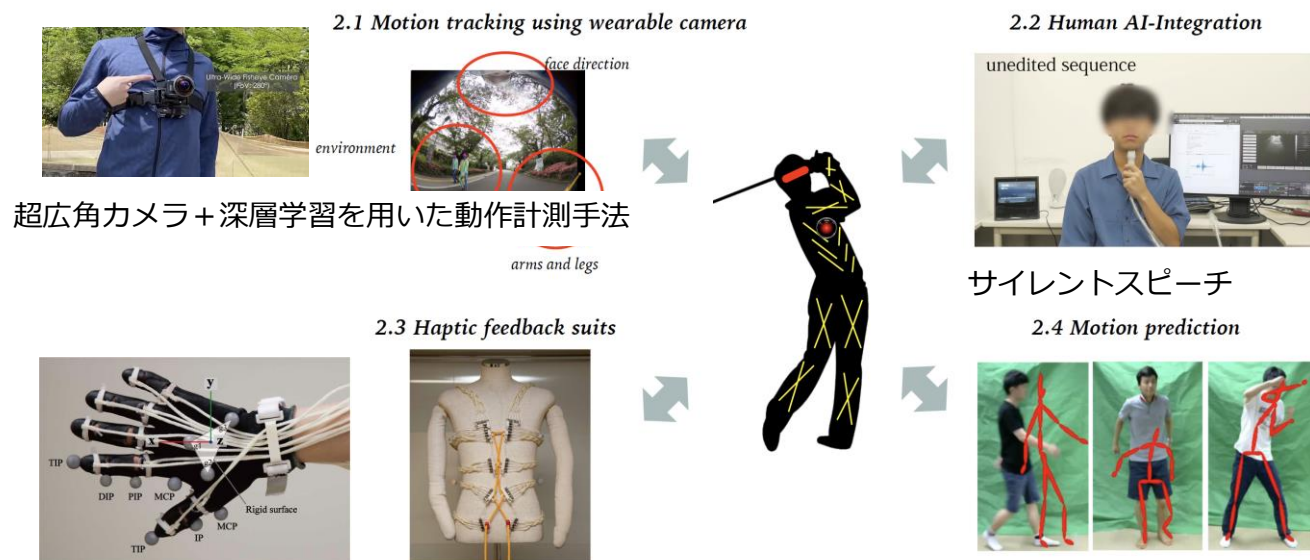


古屋晋一
SONY CSL



伊藤亜沙
東工大

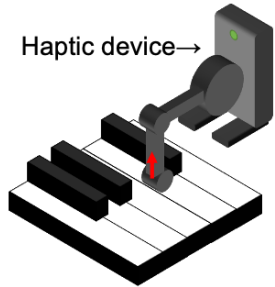
1. 技能獲得メカニズムの原理解明
2. 技能獲得支援システムの開発



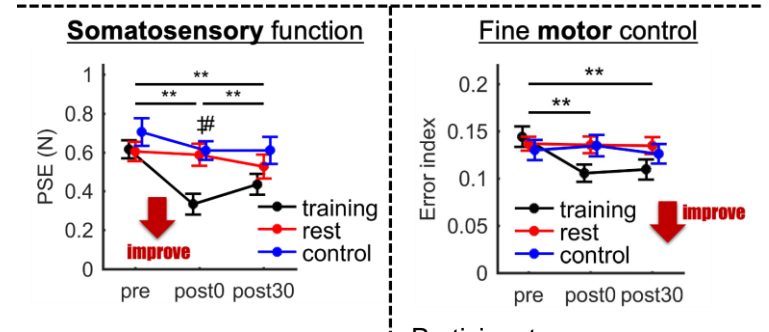
- 査読付きフルペーパー：合計115編
(2018年度6編、2019年度21編、2019年度23編、2020年度43編、2021年度22編)
うち、英語ジャーナル論文38編、国際会議論文72編
- 国内外論文賞等：5回 • メディア報道：25回

ピアニストの巧緻性向上トレーニング・心理緊張予防トレーニング【古屋G】

- 指先の体性感覚、打鍵精度の訓練：ハプティックトレーニングと強化学習で巧緻性の限界突破



ロボットで鍵盤の重さを変えて、「重さは変わったか？」尋ね、回答後に正解を提示
→感覚機能も運動機能も向上(ピアニストのみ)



Participants
- 75 pianists
- 24 non-musicians

Hirano, Sakurada, Furuya (2020) *Science Advances*

- ピアニストの心理緊張による巧緻性低下を予防するトレーニング法を発見

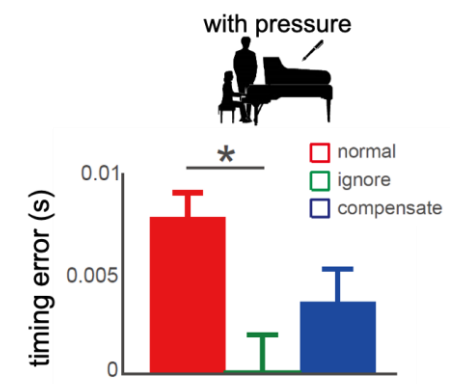
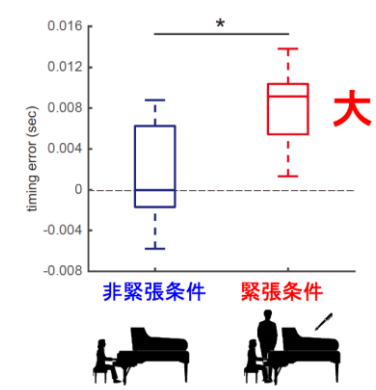
人工的に発音のタイミングを遅延



ピアニスト
非緊張条件: 感覚外乱に**頑健**
緊張条件: 感覚外乱で**不安定化**
非音楽家
非緊張条件: 感覚外乱で**不安定化**

フィードバック制御に戻ってしまう

発音の遅延直後のタイミングのエラー



感覚外乱を「無視」したトレーニングで緊張しても安定した演奏可能

Furuya et al. (2021) *Communications Biology*

技能・機能の科学的身体教育を取り入れた音楽教育プログラム【古屋G】

- 音楽芸術活動に携わる10代のアーティストの成長を支援する新しい音楽教育プログラムを開発（ソニーCSL）
- ピアノアカデミーを2020年7月に設立「ミュージック・エクセレンス・プロジェクト」

持続可能な音楽表現の進化



Physical Education for Artist Curriculum (PEAC)

本CRESTの成果を活用



芸術教育

音楽監督
ディーナ・ヨッフエ

アシスタント講師
尾崎有飛, 西尾真実, 松下寛子,
吉武優, 鯛中卓也, 吉岡由衣

講師・運営
山本有宗

身体教育

Sony CSL

| | | | |
|----------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 長興紀 Research Group Leader | 平野 雅人 Research Group Leader | 西岡 典人 Product Manager | 船津 二郎 General Manager |
| 小田原 幸樹 Manager / Designer | 黒高 可織 Visior / Project Researcher | 塩木 ももこ Visior / Designer | 汐谷 祥子 Visior / Manager / Project Researcher |

一期生9名のうち3名がジュニアの国際コンクールで上位入賞
(→過去に国際コンクールの受賞歴なし)



ピアノアカデミー1期生が国際コンクールで入賞



吉澤研究員がミュージック・エクセレンス・プロジェクトで行っているピアノアカデミーの、第1期生の
大滝知穂さんと本橋希さんが、第5回ピルアピ国際ピアノコンクール Solo Advanced部門
で第1位と第2位を受賞しました。

山岸チーム「VoicePersonae: 声のアイデンティティクローニングと保護」 <日仏>

- i. 個人性を再現する音声合成技術（機械学習）
- ii. 生体認証の安全性と頑健性を高める技術
- iii. プライバシー保護技術
- iv. モダリティ拡張、アイデンティティの活用と保護の両立技術



山岸 順一 PI
NII



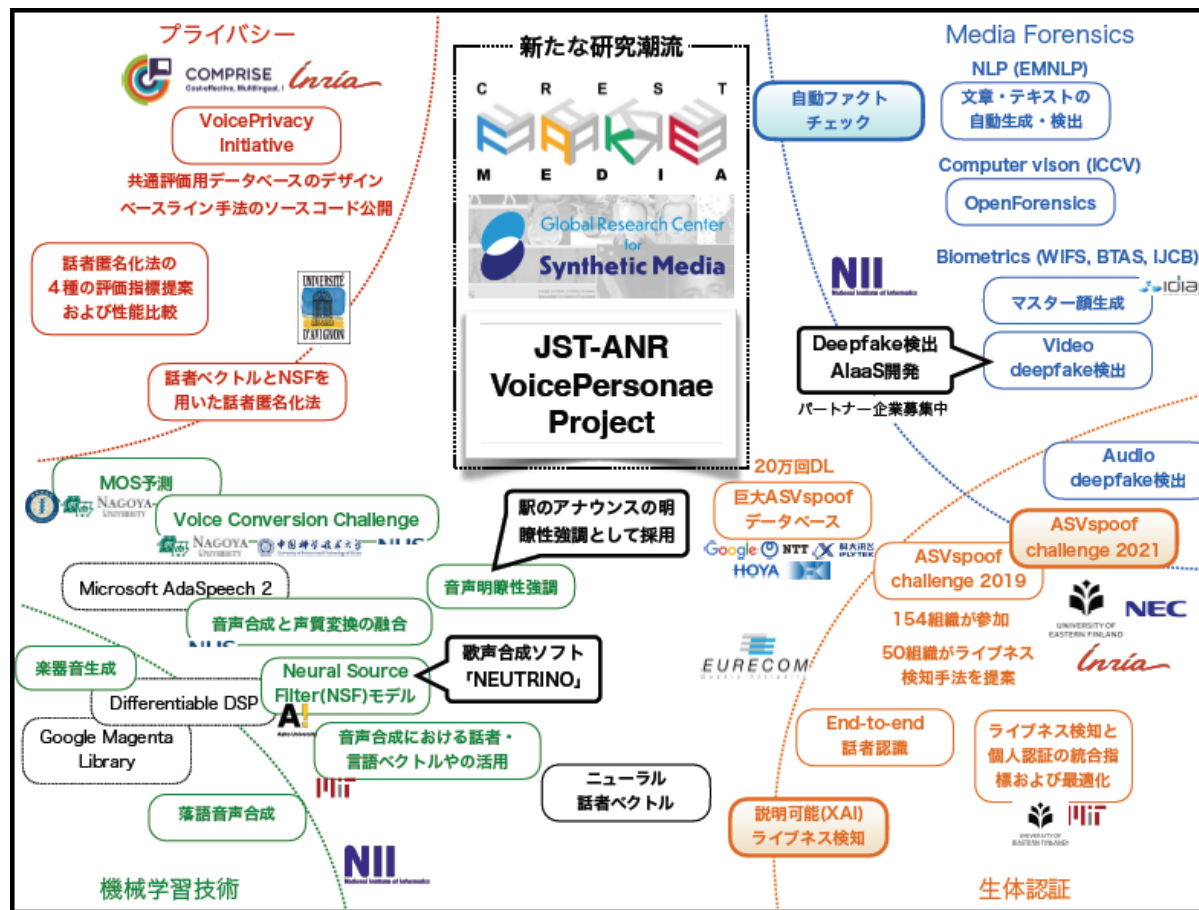
越前 功
NII



Nick Evans
Eurecom



Jean-Francois Bonastre
U. Avignon



信号処理と深層学習の融合による波形合成【山岸G】

- 古典的なソースフィルター・ボコーダーの一部にニューラルネットワークを導入した、全く新しいニューラルボコーダ手法「ニューラルソースフィルタ (NSF)モデル」を提案
 - 音声波形から確率的勾配降下法でフィルター部のパラメータ推定
 - 音源部は信号処理ボコーダと同様、基本周波数で駆動
 - DDSP (微分可能デジタル信号処理) として理論発展中
 - 高品質、Wavenet (Deepmind)と遜色ない品質、高速
- X. Wang, S. Takaki and J. Yamagishi, "Neural Source-filter-based Waveform Model for Statistical Parametric Speech Synthesis," *2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2019, pp. 5916-5920, [citation:89](#)

ASVspoofチャレンジ【全員】

- 音声のライブネス検知技術とASVspoofチャレンジで国際コミュニティを牽引
 - 音声の個人性再現技術の価値とセキュリティ保護の両立
 - ライブネス検出用大規模DB構築と性能評価チャレンジ
 - 154組織に配布、50組織がチャレンジ参加
 - ライブネス検知モデル構築の必要条件「Practice Guidance」とオープンソースを公表
 - 統合評価尺度タンデムDCF(t-DCF)の提案

- 査読付きフルペーパー：合計79編
(2019年度21編、2019年度33編、2021年度25編)
うち英文ジャーナル論文12編、国際会議論文67編
- 国内外論文賞等：5回
- メディア報道：59回

音声明瞭性強調技術【山岸G】

- 音声明瞭性の指標設計
 - iMetricGAN：不明瞭な音声を聞きやすい音声に自動変換するネットワーク構造
 - 駅のアナウンスの明瞭性を強調する技術として採用
 - オープンソースとして公開して実現

ニューラルボコーダの展開【山岸G】

- 人気歌声合成ソフト[NEWTRINO]の波形生成エンジンとして採用
 - 合成歌声はYouTubeに多数アップロード

戦略目標への貢献

- 音声対話における人間拡張（課題1）
 - ✓ 音声合成による発話機能拡張
 - ✓ 発生源が誰か・機械か聞き分ける能力拡張
- 社会的リスク予見と回避技術・政策など社会デザイン（課題3）
 - ✓ 拡張能力が自己の管理から第3者へ
 - ✓ プライバシー、セキュリティ課題

展開：「信頼されるAI」領域CRESTへの採択【越前co-PI】

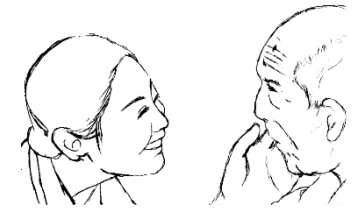
中澤篤志チーム「優しい介護インタラクションの 計算的・脳科学的解明」



中澤篤志 PI
京大

本田美和子
東京医療センター

- 優しい介護(ユマニチュード)の見る・話す・触れる・立たせるスキルの計算的定量化・ロボット化
- 介護スキルの学習システム開発
- コミュニケーション原理の解明



佐藤弥
理研

倉爪亮
九大



通常の介護
TBS「報道特集」



優しい介護

要素抽出

| モダリティ | 内容 | 詳細 |
|--------|-------|--|
| 見る | 視線の先 | 人やモノの部位 例: 目, 口, 手, など 20cm以内, 20-50cm, それ以外 |
| | 距離 | 水平 垂直 |
| | 位置 | 中心, 左, 右 中心, 上, 下 |
| 話す | 発話内容 | 書き起こし |
| | 分類 | 依頼, 命令, 陳述 警告, 感嘆, 笑声など |
| | 高さ | 平均, 高い, 低い |
| | 強さ | 平均, 大きい, 小さい |
| 触れる | 速度 | 平均, 速い, 遅い |
| | 部位 | 人の部位 右, 左, 両手 |
| 使用した場所 | 親指の使用 | 指, 手, 指+手, など True, false, - |
| | 媒介物 | 何を介して触れたか |
| | ストローク | 平均, 速い, 遅い |

介護スキル要素[Ishikawa16]



統計的解析

スキルスコア化

環境センシング技術
・倉爪・桐山
ウェアラブルセンシング技術
・中澤

特徴検出の自動化
新たな特徴量

統計的機械学習・時系列
データ解析技術
・高松[Takamatsu2016]
・倉爪



高松淳
NAIST

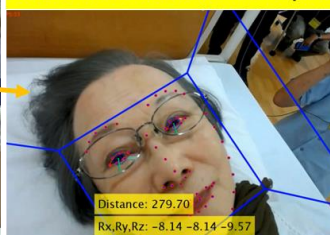
石川翔吾
静大

アイコンタクト訓練によるスキル獲得【中澤G】



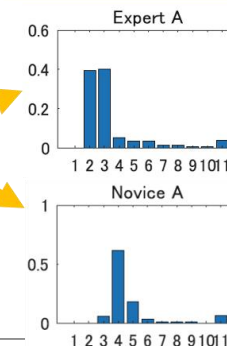
Caregiver wears wearable camera

Detects mutual facial distance and pose



Videos of wearable camera

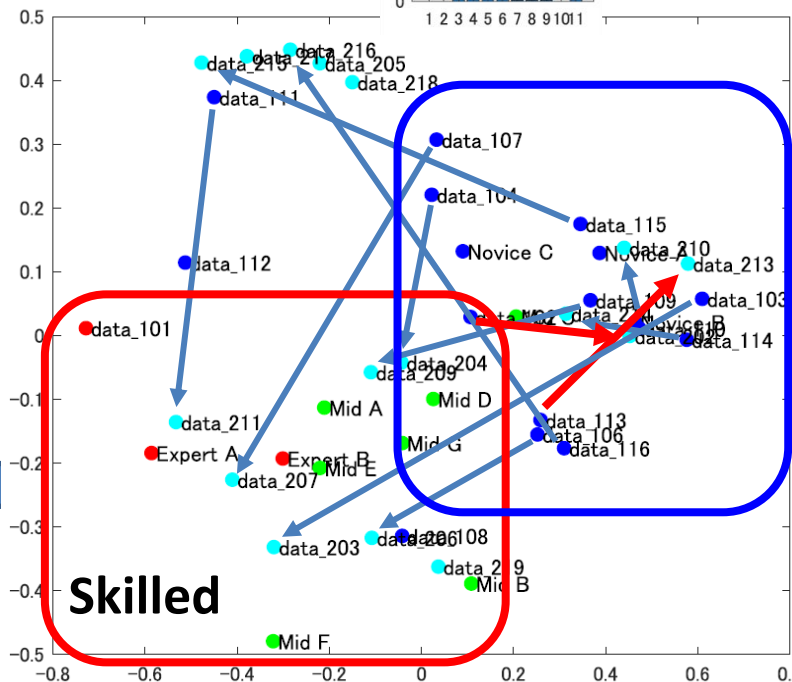
Find the behavioral difference between experts and novices



PCA of dist + r_z histogram

- エキスパート
- 中級者(TMC)
- 初級者(訓練前)
- 初級者(訓練後)

10人の初級者が別のクラスターに移動

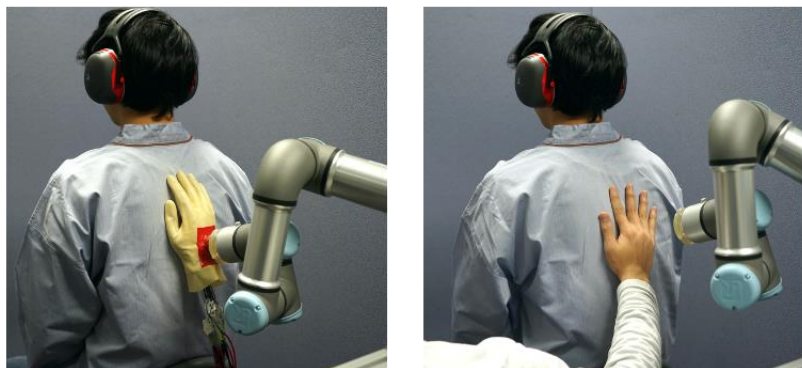


【政策提言】

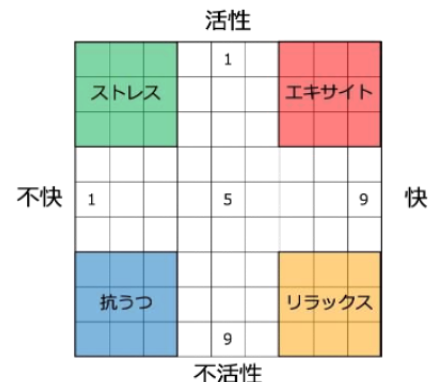
自由民主党政務調査会・データヘルス推進特命委員会「データに基づく科学的介護・栄養等ワーキンググループ」で報告、データヘルス推進特命委員会提言に記載

触れるロボットの可能性【高松G】

2ハンド×2動作速度の比較実験

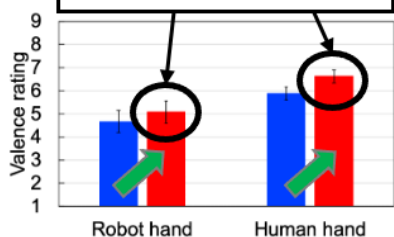


主観的, 生理学的評価

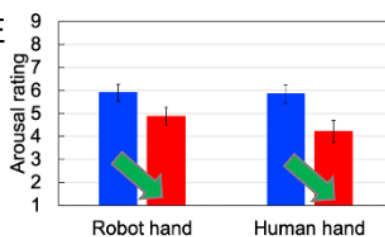


両者で快反応

快
↑
↓
不快



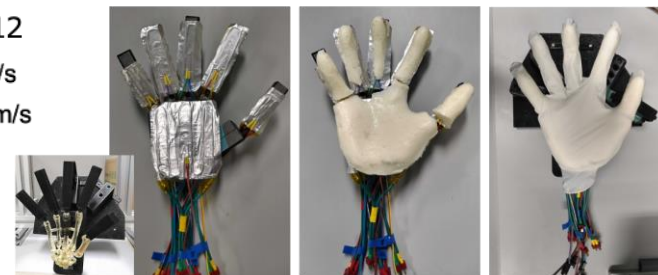
不活性
↑
↓
活性



n = 12

■ 3 cm/s

■ 30 cm/s



骨格+発熱ユニット

+ゲル

+手袋

- 主観的・生理学的評価で動作速度の共通した効果を確認
- 30cm/sで撫でられたとき共通して快反応を確認
- 「触れる」ロボット、それによる「触れる」技術のモデル化

T. Ishikura, et. al, "Pleasant Stroke Touch on Human Back by a Human and a Robot", Scientific Reports (under review).

4. 領域アドバイザー

- 国内アドバイザー 9名、海外アドバイザー 5名
- 国内アドバイザー
 - 課題採択時の評価
 - 領域会議、サイトビジットへの参加・評価・助言・講演
 - 領域会議(対面⇒オンライン):9回 ほぼ全員参加
 - サイトビジット参加(現地⇒オンライン):平均17回/全39回
 - 中間評価時の評価
- 海外アドバイザー
 - 中間評価時の評価
 - レクチャーシリーズ(オンライン)

Call2の評価時は、外部評価委員を臨時委託

- 國吉康夫教授(東大、脳科学・発達ロボティクス)
- 大森隆司教授(玉川大、脳科学)

国内アドバイザー



石黒 浩 (阪大・教授)

認知ロボティクス

江渡浩一郎 (産総研・主任研究員) メディアアーティスト



栗原 聡 (慶大・教授)

AI, 複雑系システム

小林正啓 (弁護士)

ELSI



中野有紀子 (成蹊大・教授)

HAI, MMI

前田英作 (東京電機大・教授)

機械学習



宮地充子 (阪大/JAIST・教授)

情報セキュリティ

茂木 強 (JST・フェロー)

知のコンピューティング



森島繁生 (早大・教授)

音声認識/合成、VR

海外アドバイザー

- Trevor Darrell (UC Berkley)

Machine Learning



- Anind Dey (U. of Washington)

Ubicomp



- Daniel Gatica-Perez (スイスIdiap)

Multimodal Interaction



- Hans Gellersen (英Lancaster U.)

HCI, Gaze



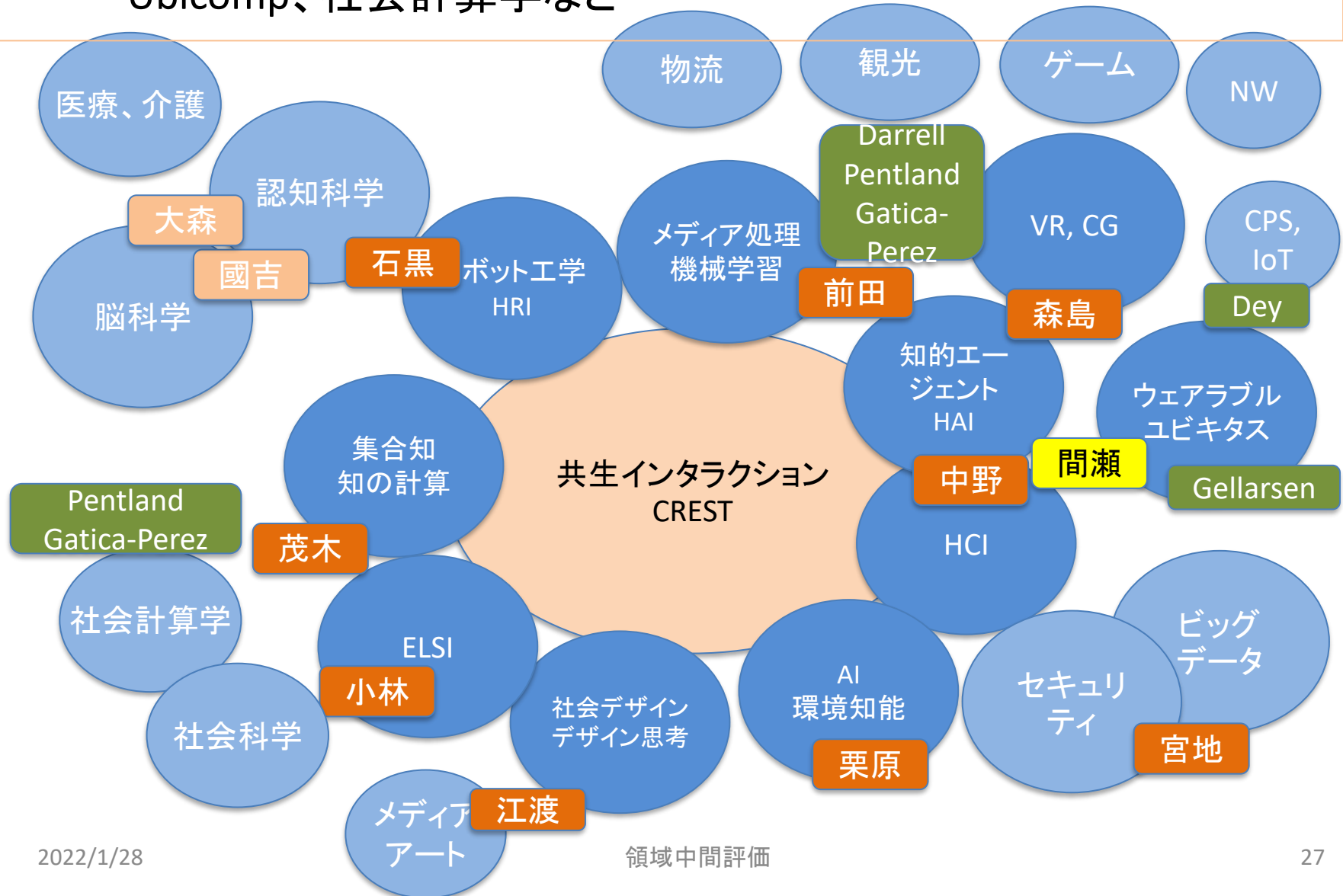
- Alex (Sandy) Pentland (MIT)

Social Physics



広い分野から招集

- 知能ロボティクス、CHI、HAI、MMI、機械学習、AI、セキュリティ、音声信号処理、CV、VR、メディアアート、倫理・社会課題、Ubicomp、社会計算学など



5. 領域マネジメント

- アドバイス
 - 領域会議、サイトビジット
- チーム間連携
 - 領域会議
 - チーム間連携を促すColab共同提案公募(年度200万円支援)
- 国際連携とアウトリーチ
 - ANRとの日仏合同提案
 - IAAシリーズワークショップ
 - 相互交流から共研

各課題の進捗把握・評価・指導

- 領域会議(チーム間交流、シナジーの場)
 - 年2回、チームメンバ全員参加(計9回)
 - 招待講演・基調講演
 - 口頭発表+ポスター発表(原則英語)
 - 口頭発表:PI/co-PI 春秋交互
 - 若手ポスター:投票によるポスター賞
 - 対面→オンライン化(コロナ禍)
- サイトビジット(チーム毎進捗チェック・アドバイス)
 - 採択直後、中間評価前(計39回)
 - 各回半日程度(対面→オンライン化)
 - ADは担当割り振り
- 総括個別面談
 - 中間評価後(計5回)
 - 適宜



国際連携

- JST-ANR連携シンポジウム
 - 第1回(2018/11/5-7)
 - パリ・ソルボンヌ大
 - グルノーブル大
 - 第2回(2019/12/2-3)
 - 東京・秋葉原
- IAA国際ワークショップ
(Int'l WS on Intelligence Augmentation and Amplification)
 - 「知的情報処理」「AI」領域と合同
 - @DFKI(独カイザーシュラウテルン)
 - スモールグループで将来課題を探求
 - 2019/1/15-17
- IAA+Soc2020
 - 仏EHESSと共催
 - コロナ禍で中止、再計画中



第1回ANRシンポ@パリ・ソルボンヌ大



第2回ANRシンポ@東京・秋葉原

6. まとめ



【マネジメント】

– 採択課題

- 優れたチーム・メンバが集結、多様性のある分野・研究アプローチ・方法論
- 層の厚いネットワークラボ

– アドバイザー

- 分野全体をカバーする広く高い見識をもった若手、高負荷

– 予算

- 増額・奨励方針

– 指導方針

- コアコンセプトとなる数理モデル、フレームワーク、学理の樹立を要請
- 科学的インパクト、社会的インパクトの追求

【戦略目標の達成に向けて】

- 学際的・広がりのある分野のベストメンバー
- 国際的な科学的水準の成果輩出
- 高い社会的インパクト（実装済みも）

【トレンド】

- AI+IoTによる高度なインタラクション実現の将来像⇒現実
- 社会課題への影響：行動、社会形成に密接する分野⇒RRI, Humanityとの接続
- コロナ禍：臨床・被験者実験系への影響甚大、digital twin実現の追い風でもある