

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02864

研究課題名(和文) 機械学習における統計的安全性の理論

研究課題名(英文) Statistical Security of Machine Learning

研究代表者

佐久間 淳 (Sakuma, Jun)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：90376963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：統計的安全性のデファクトスタンダードである差分プライバシー/局所差分プライバシーをベースとし、機械学習におけるデータ/モデル/予測公開の統計的安全性定義の確立とその保護手法に取り組んだ。また、暗号理論で発展してきた高機能暗号を用いて、暗号理論的に安全な統計解析手法を構築した。多くの研究ではその安全性に理論的保証がある。またその有用性は個人ゲノムや位置データなどの実データを利用して検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

統計解析や機械学習を実現するためには、個人からプライバシー情報を集めたり、そのような情報を使って解析した結果を公開する必要がある。また機械学習の予測事態が不公平な決定をする可能性がある。このような問題を統計理論および暗号理論の技術を用いて解決する方法を複数提案した。

研究成果の概要(英文)：Based on differential privacy/local differential privacy, the de facto standard for statistical safety, we worked on the establishment of a statistical privacy definition of data/model/prediction publication in machine learning and its protection methods. We also construct a cryptographically secure statistical analysis method using highly-functional cryptography, which has been developed in cryptology. In many of our studies, theoretical assurance of its security was shown. Also, its usefulness was demonstrated using real data such as personal genome and location data.

研究分野：機械学習

キーワード：機械学習 人工知能 セキュリティ プライバシー 公平性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

機械学習の技術が急速に発達し、その能力はいずれ人間の認知能力や判断能力を凌ぐと言われる。近い将来、人間のエキスパートによる判断や意思決定が、大量データに基づく機械学習に代替されることが期待される。ただし、機械学習が重要な意思決定（例えば自動診療、経営判断、政策判断など）を担うためには、人間のエキスパートによる意思決定と同様に、

- ・ 機械学習による学習・予測において個人情報・秘密情報が漏えいしない
- ・ 機械学習による学習・予測が、特定の者に有利な意思決定を行うように恣意的に操作されない
- ・ 機械学習による学習・予測が非倫理的・差別的な意思決定を行わない

など、セキュリティ・プライバシー上のリスクに対する安全性を理論的に保証する仕組みが求められる。

2. 研究の目的

機械学習（教師付き学習）は、(1) 訓練データ収集、(2) 訓練データからの予測器構築（学習）、(3) テストデータに関する予測値生成（予測）からなる。各段階におけるリスクには以下の例が考えられる：

1. 訓練データ公開のリスク：個人の情報が推測されないようプライバシー保護処理を施した個人データを訓練データとして公開したが、確率推論によって個人が識別されてしまった
2. モデル公開のリスク：学習された多層ニューラルネットワークやスパース辞書を公開したが、モデルパラメータや特徴量から学習に利用した個人情報・秘密情報が推測されてしまった
3. 予測値公開のリスク：公開した予測値からモデルや訓練データの値が推測されてしまった
4. 予測値公開の中立性：モデルによる予測値がセンシティブ属性（性別や人種など）に過度に相関し、意思決定が差別的になってしまった
5. 訓練データへの攻撃：不特定多数から訓練データの提供を受けてモデルを学習したが、不正に操作されたデータ（毒データ）が混入させられ、モデル・予測値が恣意的に操作されてしまった
6. モデルへの攻撃：対話的に予測値を応答するサービスにおいて、網羅的に予測値が取得され、訓練データ・モデルパラメータが推測されてしまった

本研究はこれらを含む機械学習における多様な安全上のリスクを、統計理論・暗号理論を用いて数理的に定義し、安全かつ有用な機械学習を実現する方法を系統的に与えることを目的とした。

3. 研究の方法

研究は主に以下の2つの方向性から取り組んだ：

1. 機械学習におけるデータ/モデル/予測公開の統計的安全性定義の確立とその保護手法、
2. 能動的攻撃者の存在下における機械学習の暗号理論的安全性定義の確立とその保護手法

前者は統計的安全性のデファクトスタンダードとなりつつある差分プライバシー/局所差分プライバシーをベースとし機械学習におけるデータ/モデル/予測公開の統計的安全性定義の確立とその保護手法に取り組む。後者は暗号理論で発展してきた安全性の議論を機械学習に導入し、能動的攻撃者の存在下における機械学習における学習・予測の安全な振る舞いを厳密に議論するための枠組みを構築し、その定義の下で安全な機械学習手法を構築する。

4. 研究成果

Wenjie Lu, Shohei Kawasaki, Jun Sakuma:

Using Fully Homomorphic Encryption for Statistical Analysis of Categorical, Ordinal and Numerical Data. NDSS 2017 (online 15 pages).

クラウドコンピューティング上でのデータ解析を安全かつ実用的に実現するためには、暗号化されたデータの統計解析が必要である。この研究では、暗号化されたデータに対して統計解析を行うことを検討する。この研究では準同型暗号上で動作する2つのビルディングブロックとして、(1) バッチ型大小比較演算、(2) 暗号化行列の行列演算を提案する。これらのビルディングブロックを用いて、ヒストグラムを含む様々な基礎的統計解析のための安全な手順とプロトコルを構築した。具体的には、カテゴリデータの場合はカウントと分割表（セル抑制あり）、順序データの場合はk-パーセンタイル、数値データの場合には主成分分析と線形回帰の評価を

準同型暗号上で実現可能なプロトコルを構築した。手法の有効性を実証するために、5つの実データセットで実験を行った。結果として、4000レコードから、50セル以上の分割表の生成に5分程度、6次元40kレコードの数値データにおける線形回帰モデルの学習に15分程度の時間で実現できることを実証した。

Differentially Private Chi-squared Test by Unit Circle Mechanism

Kazuya Kakizaki, Kazuto Fukuchi, Jun Sakuma ; ICML2017, PMLR 70:1761-1770, 2017.

この研究では、²独立性検定のための差分プライバシーメカニズムを提案した。既存の研究ではタイプ I エラーを適切に制御することを目的としているが、この研究ではそれに加えてタイプ II エラーについても検討する。その結果、検定統計量の幾何学的性質に基づいた新しい差分プライバシーメカニズムである単位円メカニズムを提案した。この研究では、既存の出力摂動メカニズムと比較して、 χ^2 タイプ II エラーの支配項を $O(1)$ から、標本サイズを N としたときに $O(\exp(-N^{1/2}))$ に改善した。さらに、本研究では、単位円メカニズムをスパースベクトル法と組み合わせ、exponential mechanism に組み込むことで、多重 ²検定のための新しい手法を提案した。これらの手法により、差分プライバシーを保証した ²独立性検定において、従来の手法では達成できなかったファミリーワイズエラーレート (FWER) の適切な制御が可能となった。

Kosuke Kusano, Ichiro Takeuchi, Jun Sakuma:

Privacy-preserving and Optimal Interval Release for Disease Susceptibility. AsiaCCS 2017: 532-545

この研究では、個人情報を入力とする機能出力のプライバシー保護の問題を考えた。疾患感受性は、個人の SNP に代表される遺伝的特徴と同様に、臨床的特徴（例えば、年齢、性別）と関連していることが知られている。出力を用いた確率論的推論によってプライベートな入力が一意に特定できる場合には、出力公開によってプライバシー侵害が起こる。そこで、プライバシーを保持したまま有用な出力を公開するために、出力値の代わりに区間を出力として公開する仕組みを提案する。ここでは、敵対者が公開された出力区間を用いて確率論的推論を行い、攻撃対象属性の事後分布をよりシャープにすることができたと仮定する。このとき、提案メカニズムには2つの重要な特性がある。第一に、我々のメカニズムが出力を提供するとき、どのような入力属性についても、敵対者が推論の結果得る攻撃対象属性に対する事後確率の増加は一定以下に抑えられる。第二に、このプライバシー制約の下で、提案メカニズムは真の出力を含む最も狭い(最適な)区間を提供できる。このようなメカニズムを構築することは計算量的観点からはしばしば困難である。この研究では、このようなメカニズムの設計を離散制約最適化問題として定式化し、実用的な計算時間で解けるアルゴリズムを構築した。また、動的計画法に基づいて最適な機構を得るためのアルゴリズムを提案した。さらに、肥満に対する疾患感受性を公開するために提案メカニズムを適用した結果、このメカニズムが既存の手法よりもプライバシーと有用性の点で優れていることを実証した。

Toshihiro Kamishima, Shotaro Akaho, Hideki Asoh, Jun Sakuma:

Recommendation Independence. ACM FAT 2018: 187-201

この研究では、特定の情報に結果が左右されない推薦アルゴリズムを研究した。このような研究は、例えば、社会的にセンシティブな情報に影響されない求職者の推薦など、潜在的に不公平な決定を避けるべき状況で必要となる。

このような推薦結果とセンシティブ特徴の間の条件を、推薦の独立性と呼ぶことにする。従来の独立性を強化したアルゴリズムは、単純に同じセンシティブ属性の値を持つデータサブセット同士で、その予測値の平均値を一致させる方法であった。しかし、この手法では、分布の2次モーメントや上位モーメントで表される敏感な情報を除去することはできない。この研究では、計算量を増加させることなく、推薦結果の二次モーメント、すなわち分散を扱うことができる新しい手法を開発した。これらの手法は、より厳密にセンシティブ属性に対する依存性を除去することができる。実験結果は、提案法が公平性を損なう要因をより効果的に除去できることを実証している。さらに、独立性を強化した推薦の応用の可能性を探り、推薦の多様性などの他の概念との関係を議論した。

Takao Murakami, Hideitsu Hino, Jun Sakuma:

Toward Distribution Estimation under Local Differential Privacy with Small Samples. PoPETs 2018(3): 84-104 (2018)

少サンプルにおける局所差分プライバシーを保証した分布推定：ランダム化されたデータから元データの分布を推定するローカルモデルにおける代表的なプライバシー指標として LDP (Local Differential Privacy) が知られている。データ数 N が少ない場合、分布の推定は非常に困難な作業となる。この研究では、このような場合に、正確に分布を推定する方法を提案

した。この目的を達成するために、EM(Expectation-Maximization)による再構成に着目し、Rilstoneらの理論を用いてその推定誤差(推定値と真値の差)を補正する手法を提案し、位置情報を含む2つの大規模データと国勢調査データを含む3つの大規模データを用いて評価した。その結果、提案手法は、Nが小さい場合には、すべてのデータセットにおいてEM再構成法を有意に凌駕することが示された。

Noboru Kunihiro, Wenjie Lu, Takashi Nishide, Jun Sakuma:
Outsourced Private Function Evaluation with Privacy Policy Enforcement.
TrustCom/BigDataSE 2018: 412-423

プライバシーポリシーの強制を可能にするアウトソース型秘匿関数評価：評価者がデータ提供者のプライベートデータを用いて関数を評価し、その評価結果をクライアントが取得とする。提案法であるOPFE-PPEは、評価者ポリシーとクライアントポリシーの2種類のプライバシーポリシーを関数評価のプロセスに適用することを可能にする。評価者ポリシーは、データを用いて機能評価を行うことができる主体を制限する。クライアントポリシーは、関数評価の結果を取得できるエンティティを制限する。この研究では、個別化医療、遺伝的疫学、機械学習による予測の3つの応用例を用いて、評価者ポリシーとクライアントポリシーの有用性を実証した。実験の結果、2つのプライバシーポリシーを強制することで生じるオーバーヘッドは、プライバシーポリシーを強制しない同型暗号による関数評価と比較して10%以下であることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Kazuto Fukuchi, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Minimax Optimal Additive Functional Estimation with Discrete Distribution: Slow Divergence Speed Case	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2018 IEEE International Symposium on Information Theory	6. 最初と最後の頁 pp. 1041-1045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISIT.2018.8437725	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wen-jie Lu, Jun-jie Zhou, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Non-interactive and Output Expressive Private Comparison from Homomorphic Encryption	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2018 ACM Asia Conference on Computer and Communications Security	6. 最初と最後の頁 pp. 67-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3196494.3196503	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takao Murakami, Hideitsu Hino, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Toward Distribution Estimation under Local Differential Privacy with Small Samples	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings on Privacy Enhancing Technologies	6. 最初と最後の頁 pp. 84-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/popets-2018-0022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Noboru Kunihiro, Wenjie Lu, Takashi Nishide, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Outsourced Private Function Evaluation with Privacy Policy Enforcement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications	6. 最初と最後の頁 pp. 412-423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshihiro Kamishima, Shotaro Akaho, Hideki Asoh, and Jun Sakuma	4. 巻 32
2. 論文標題 Model-based and actual independence for fairness-aware classification	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Data Mining and Knowledge Discovery	6. 最初と最後の頁 258-286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10618-017-0534-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keita Emura, Takkuya Hayashi, Noboru Kunihiro, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Mis-operation Resistant Searchable Homomorphic Encryption	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2017 ACM Asia Conference on Computer and Communications Security	6. 最初と最後の頁 215-229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3052973.3053015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Xu Long, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Differentially Private Semi-Supervised Classification.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Smart Computing	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SMARTCOMP.2017.7947001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takahito Kaiho, Wen-jie Lu, Toshiyuki Amagasa, and Jun Sakuma	4. 巻 10438
2. 論文標題 Towards Privacy-preserving Record Linkage with Record-wise Linkage Policy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Database and Expert Systems Applications.	6. 最初と最後の頁 233-248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-64468-4_18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuya Kakizaki, Kazuto Fukuchi, and Jun Sakuma	4. 巻 70
2. 論文標題 Differentially Private Chi-squared Test by Unit Circle Mechanism	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning	6. 最初と最後の頁 1761-1770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazuto Fukuchi and Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Minimax Optimal Estimators for Additive Scalar Functionals of Discrete Distributions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2017 IEEE International Symposium on Information Theory	6. 最初と最後の頁 2103-2107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISIT.2017.8006900	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuto Fukuchi, Quang Khai Tran, and Jun Sakuma	4. 巻 10558
2. 論文標題 Differentially Private Empirical Risk Minimization with Input Perturbation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Discovery Science	6. 最初と最後の頁 82-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-67786-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshihiro Kamishima, Shotaro Akaho, Hideki Asoh, Jun Sakuma	4. 巻 81
2. 論文標題 Recommendation Independence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of Machine Learning Research	6. 最初と最後の頁 187-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiromu Yakura, Shinnosuke Shinozaki, Reon Nishimura, Yoshihiro Oyama, Jun Sakuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Malware Analysis of Imaged Binary Samples by Convolutional Neural Network with Attention	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of The 8th ACM Conference on Data and Application Security and Privacy	6. 最初と最後の頁 127-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3176258.3176335	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Genta Yoshimura, Atsunori Kanemura, Hideki Asoh	4. 巻 -
2. 論文標題 Reconstructable and interpretable representations for time series with time-skip sparse dictionary learning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the Thematic Workshops of ACM Multimedia	6. 最初と最後の頁 323-331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kosuke Kusano, Ichiro Takeuchi, Jun Sakuma	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Privacy-preserving and Optimal Interval Release for Disease Susceptibility	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2017 ACM on Asia Conference on Computer and Communications Security	6. 最初と最後の頁 532-545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Wen-jie Lu, Shohei Kawasaki, Jun Sakuma	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Using Fully Homomorphic Encryption for Statistical Analysis of Categorical, Ordinal and Numerical Data	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of The Network and Distributed System Security Symposium 2017 (NDSS2017)	6. 最初と最後の頁 online (15p)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中里佳央, 福地 一斗, 佐久間 淳	4. 巻 116
2. 論文標題 近接平均を用いた加速近接勾配法の適応的リスタート	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 65-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福地 一斗, 佐久間 淳	4. 巻 116
2. 論文標題 離散分布の加法分解可能なスカラー汎関数におけるミニマックス最適推定量	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 259-265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柿崎和也, 佐久間淳	4. 巻 2016
2. 論文標題 カイ二乗検定の幾何的解釈に基づく差分プライバシーの実現	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 コンピュータセキュリティシンポジウム2016論文集	6. 最初と最後の頁 1199 - 1206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 草野 光亮, 竹内 一郎, 佐久間 淳	4. 巻 2016
2. 論文標題 線形モデルにおける安全な予測値公開メカニズムの提案とその疾患リスク予測モデルへの適用	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 コンピュータセキュリティシンポジウム2016論文集	6. 最初と最後の頁 1207-1214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 陸文杰, 佐久間淳	4. 巻 2016
2. 論文標題 Privately Evaluating Contingency Tables with Suppression	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 コンピュータセキュリティシンポジウム2016論文集	6. 最初と最後の頁 1048-1055
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) N/A	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 日野英逸
2. 発表標題 ブートストラップ分布に基づく外れ値検定
3. 学会等名 情報論的学習理論研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 佐久間淳	4. 発行年 2016年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 240
3. 書名 データ解析におけるプライバシー保護	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	日野 英逸 (Hino Hideitsu) (10580079)	統計数理研究所・モデリング研究系・准教授 (62603)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	神嵐 敏弘 (Kamishima Toshihiro) (50356820)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員 (82626)	
研究分担者	兼村 厚範 (Kanemura Atsunori) (50580297)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員 (82626)	
研究分担者	松田 隆宏 (Matsuda Takahiro) (60709492)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・主任研究員 (82626)	
研究分担者	村上 隆夫 (Murakami Takao) (80587981)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員 (82626)	