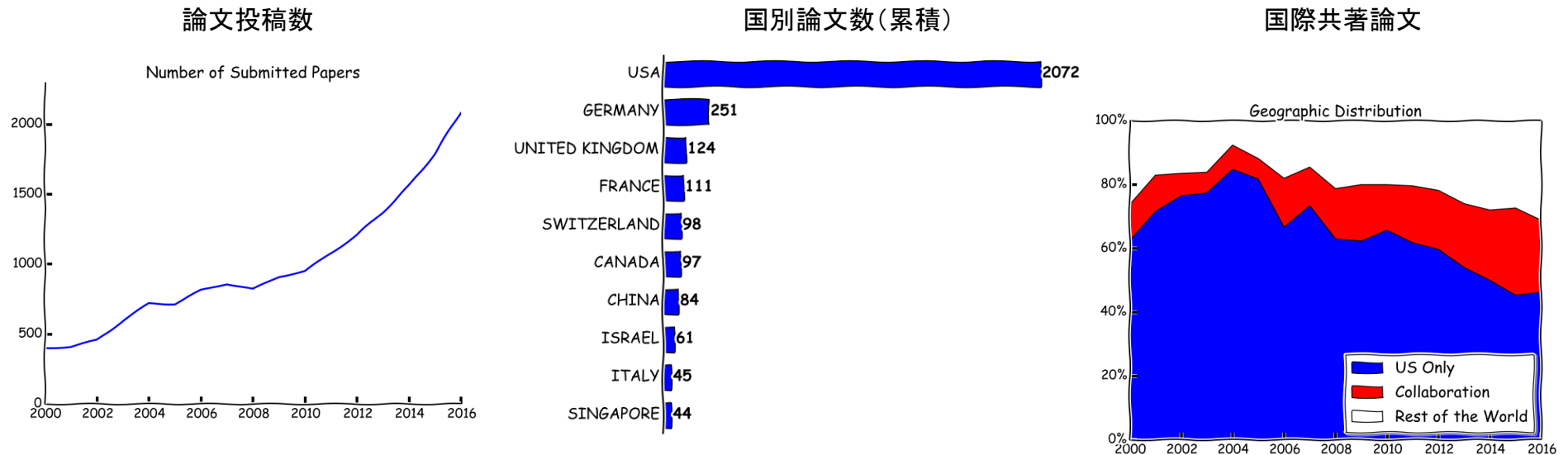


産学官連携によるコミュニティ形成について ＜国際的な研究動向・産学官連携事例＞

令和2年2月7日
サイバーセキュリティ戦略本部 研究開発戦略専門調査会
内閣サイバーセキュリティセンター（NISC）

- ・ 国際的に4つのカンファレンス (Top 4 conferences) が著名で、高い競争率の下、査読を経て、論文発表がなされる(※)。また、広範な研究分野のうち、暗号研究については「Crypto」や「Eurocrypt」が著名。
- ・ 毎年、論文投稿数が増加しており、国際共著論文も増加。



4つのカンファレンスの論文発表動向(2000-2016年、ウェブサイトSystem Security Circus v2.0より)

URL: http://s3.eurecom.fr/~balzarot/notes/top4_v2/

4つのカンファレンス	IEEE Security & Privacy	IEEE Symposium on Security and Privacy. (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers)
	ACM CCS	ACM Conference on Computer and Communications Security. (ACM: Association for Computing Machinery)
	USENIX Security	USENIX Security Symposium. (USENIX: The Advanced Computing Systems Association)
	NDSS	Network and Distributed System Security Symposium
暗号研究	Crypto, Eurocrypt	(IACR: International Association for Cryptologic Research)

(※) この研究分野のカンファレンスでは研究成果はproceedingsと呼ばれる形態で発表されることが多い。

どういった研究機関が参画しているか

- ・ 4つのカンファレンスでは、米国の大学の存在感が非常に高く、次いで欧州の大学。カナダやイスラエルの大学も。
- ・ アジアではシンガポール、中国、韓国の研究機関の存在感があるものの、日本の存在感は限定的。

Affiliations

所属別論文数(累積)

(各地域の上位5研究機関)

Rank	Name	Papers	Coverage	Size	Country
1	Carnegie Mellon University	174	83.8%	162	USA
2	University of California - Berkeley	154	92.6%	129	USA
3	Microsoft Research - US	138	69.1%	103	USA
4	Georgia Institute of Technology	102	64.7%	91	USA
5	Stanford University	100	77.9%	110	USA
6	University of Illinois - Urbana Champaign	81	63.2%	86	USA
7	University of California - Santa Barbara	80	66.2%	70	USA
8	University of Maryland - College Park	78	51.5%	69	USA
9	University of California - San Diego	77	63.2%	79	USA
9	University of Michigan - Ann Arbor	77	58.8%	81	USA

Legend:

- **coverage** : percentage of venues in which the institution had at least one paper
- **size** : number of Top-4 authors affiliated to the institution

欧州

- 18位 瑞ETH Zurich (53本)
- 20位 独Saarland Univ (51本)
- 25位 仏INRIA (47本)
- 独Ruhr-Univ Bochum (47本)
- 独TU Darmstadt (47本)

他地域

- 42位 加Univ of Waterloo (30本)
- 70位 イスラエルBar-Ilan Univ (15本)
- イスラエルTel Aviv Univ (15本)
- 加Carleton Univ (15本)
- 80位 イスラエルTechnion (14本)

アジア

- 53位 シンガポール国立大 (23本)
- 60位 中国・北京大(17本)
- 中国・清華大 (17本)
- 70位 韓国KAIST (15本)
- 90位 中国科学院 (11本)

日本

- 208位 IBM Research, Tokyo (3本)
- 244位 KDDI R&D Laboratories (2本)
- 336位 東北大、筑波大、東京大、電気大、慶応大、奈良先端大、九大、産総研など (1本)

- 4つのカンファレンスで2019年は計435本の論文が発表(※)。国際共著論文の割合は43%であり、産学官連携論文の割合は20%、日本の研究機関が含まれる論文は5本。(2018年: 2本、2014年: 2本)
- 産学官連携論文が多いUSENIX Securityを例にとると、以下の通り。

【USENIX Security】 → 中国が躍進している。産学官連携論文が増えている。

2014年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	46.73	69.7%
2	ドイツ	10.35	15.4%
3	カナダ	2.11	3.1%
4	イスラエル	1.67	2.5%
5	中国	1.13	1.7%
6	フランス	1.00	1.5%
6	スイス	1.00	1.5%
6	オーストラリア	1.00	1.5%
9	オランダ	0.65	1.0%
10	ハンガリー	0.50	0.7%
11	シンガポール	0.33	0.5%
12	ギリシャ	0.20	0.3%
12	サウジアラビア	0.20	0.3%
14	アルゼンチン	0.14	0.2%

総論文数 67本

国際共著論文	19本	28%
産学連携論文	15本	22%

Microsoft 6本, Intel 2, RSA 2, Google 1, SAP 1, NEC米 1 等

2018年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	60.44	60.4%
2	ドイツ	12.28	12.3%
3	中国	5.77	5.8%
4	イギリス	3.33	3.3%
5	オランダ	3.08	3.1%
6	カナダ	2.14	2.1%
6	フランス	2.08	2.1%
8	スイス	1.60	1.6%
9	ベルギー	1.43	1.4%
10	フィンランド	1.17	1.2%
11	イタリア	1.07	1.1%
12	スペイン	1.00	1.0%
12	ポルトガル	1.00	1.0%
12	イスラエル	1.00	1.0%
12	韓国	1.00	1.0%
16	オーストリア	0.50	0.5%
17	ポーランド	0.40	0.4%
18	ルクセンブルク	0.33	0.3%
19	チェコ	0.20	0.2%
20	オーストラリア	0.18	0.2%

総論文数 100本

国際共著論文	28本	28%
産学連携論文	19本	19%

Google 4本, Microsoft 2, Symantec 2, IBM 1, Samsung 1, Huawei 1, NEC米 1, Cisco 1, Siemens 1, GE 1 等

2019年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	59.42	52.6%
2	ドイツ	13.34	11.8%
3	中国	9.62	8.5%
4	イギリス	7.38	6.5%
5	オランダ	3.81	3.4%
6	スイス	3.67	3.2%
7	イスラエル	3.27	2.9%
8	韓国	2.14	1.9%
9	オーストリア	2.07	1.8%
10	シンガポール	1.78	1.6%
11	フランス	1.14	1.0%
12	日本	1.00	0.9%
12	フィンランド	1.00	0.9%
12	ルクセンブルク	1.00	0.9%
15	イタリア	0.79	0.7%
16	チェコ	0.50	0.4%
17	ベルギー	0.32	0.3%
18	オーストラリア	0.29	0.3%
19	スペイン	0.22	0.2%
20	サウジアラビア	0.14	0.1%
21	カナダ	0.08	0.1%

総論文数 113本

国際共著論文	48本	42%
産学連携論文	30本	27%

Microsoft 3本, Symantec 3, Google 2(+2), IBM 2, Samsung 2, Baidu 2, Barracuda NW 2, Intel 1, Huawei 1, NEC米 1, NEC独 1 等 ()内は単独論文

(※) 集計はウェブサイト情報よりNISC 基本戦略第1グループが集計。分数カウントは、著者毎の所属機関を勘案して集計している。

日本参画論文は以下の通り: 早大(丸山/森ら)【IEEE Security & Privacy】、MPI-SP/CryptoExperts/Sorbonne/Rennes/ENS/NTT(ティブシ)【ACM CCS】、産総研(村上/川本ら)【USENIX Security】、TU Delft/NICT(井上ら)【NDSS】、NEC米/Columbia/Princeton/サイバーディフェンス研(コルツバルン)【NDSS】

- ・ 暗号研究は、4つのカンファレンスと傾向が異なる。(日本の一定の存在感が確認できる。)
- ・ なお、日本の研究機関で最も多く参画しているのはNTT。

【Crypto】 → 産学官連携論文が増えている。

2014年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	25.03	42.4%
2	イスラエル	7.25	12.3%
3	ドイツ	4.07	6.9%
4	日本	3.75	6.4%
5	フランス	2.98	5.1%
6	イギリス	2.42	4.1%
7	中国	2.15	3.6%
8	シンガポール	1.75	3.0%
9	スイス	1.08	1.8%
9	スペイン	1.08	1.8%
11	インド	1.00	1.7%
11	エストニア	1.00	1.7%
11	オーストリア	1.00	1.7%
14	韓国	0.95	1.6%
15	不明	0.67	1.1%
16	デンマーク	0.58	1.0%
17	オランダ	0.50	0.8%
18	カナダ	0.33	0.6%
18	イタリア	0.33	0.6%
20	オーストラリア	0.25	0.4%
20	ベルギー	0.25	0.4%
22	スウェーデン	0.20	0.3%
22	台湾	0.20	0.3%
22	マケドニア	0.17	0.3%

総論文数 59本

国際共著論文	32本	54%
産学連携論文	13本	22%

IBM 4本, NTT 3, Microsoft 3 等

2018年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	33.44	42.3%
2	イスラエル	9.05	11.5%
3	フランス	5.65	7.2%
4	ドイツ	4.83	6.1%
5	デンマーク	3.68	4.7%
6	日本	3.63	4.6%
7	イギリス	3.16	4.0%
8	インド	3.08	3.9%
9	中国	2.59	3.3%
10	シンガポール	1.58	2.0%
11	ベルギー	1.27	1.6%
12	韓国	1.14	1.4%
13	スイス	0.95	1.2%
13	イタリア	0.95	1.2%
15	オランダ	0.70	0.9%
16	オーストリア	0.63	0.8%
17	イラン	0.57	0.7%
18	ノルウェー	0.50	0.6%
18	ポルトガル	0.50	0.6%
20	オーストラリア	0.33	0.4%
21	ルクセンブルク	0.31	0.4%
22	チェコ	0.25	0.3%
23	スペイン	0.20	0.3%

総論文数 79本

国際共著論文	43本	54%
産学連携論文	16本	20%

NTT 5本, IBM 4, Microsoft 2, Visa 1 等

2019年

分数カウント

順位	国名	論文数	シェア
1	アメリカ	39.05	48.5%
2	イスラエル	6.19	7.7%
3	日本	4.53	5.6%
3	中国	4.53	5.6%
5	デンマーク	3.60	4.5%
6	ドイツ	3.46	4.3%
7	フランス	3.30	4.1%
8	オランダ	3.08	3.8%
9	イギリス	1.72	2.1%
10	インド	1.45	1.8%
11	イタリア	1.40	1.7%
12	ベルギー	1.23	1.5%
13	カナダ	1.20	1.5%
14	スイス	1.13	1.4%
15	オーストラリア	1.00	1.2%
16	韓国	0.80	1.0%
17	シンガポール	0.63	0.8%
18	スペイン	0.50	0.6%
18	イラン	0.50	0.6%
20	ラトビア	0.33	0.4%
20	エストニア	0.33	0.4%
22	台湾	0.25	0.3%
23	ノルウェー	0.20	0.2%
24	オーストリア	0.08	0.1%

総論文数 81本

国際共著論文	44本	54%
産学連携論文	23本	28%

NTT 4本, Microsoft 4, NTT米 3, IBM 1, Visa 1, Qualcomm 1, Deepmind 1, Fujitsu米 1, NEC 1 等

(※) 集計はウェブサイト情報よりNISC基本戦略第1グループが集計。分数カウントは、著者毎の所属機関を勘案して集計している。

日本参画論文の13/17はNTTが参画。他グループとしては、産総研、NEC/名大、NICT/日銀/横国大、東大/産総研。

NTTの共著者として以下がみられる：東工大、産総研、兵庫大、NICT、京大、米U Maryland、英UCL、スイスFHNW、ルクセンブルク大、ベルギーimec、イスラエルBar-Ilan U、印IIT、印・統計研究所、シンガポールNTU、中国科学院、中国・国家重点実験室



攻撃等を検知するAI搭載の
ネットワークセキュリティ製品

- 2011年、米大学の研究者3人で設立。3人のネットワークセキュリティ・マルウェア解析・攻撃についての研究、学問に根ざす厳格さ、革新的手法、情熱により会社のビジョンがつくられている。(HPより)

- ボストン、ロンドンに研究所、欧州、日本にオフィスを有する。



Kirda Kruegel Vigna
ノースイースタン UCSB UCSB
大学教授 教授 教授



Censys

リアルタイムなデータ分析による
脅威の可視化技術

- 2017年、ミシガン大学のインターネットスキャナZMapの研究チームの一部が2人の経営者と組んで設立。可視化とリアルタイムデータで組織を守ることをミッションとしている。(HPより)
- なお、Durumeric助教はウィルス対策ソフトベンダAvastと産学連携の共同研究も実施。(Avast保有データを用いUSENIX Security '19で発表)



Zakir Durumeric
スタンフォード大学助教
(設立当時ミシガン大学)



J. Alex Halderman
ミシガン大学教授



Bromium®

仮想化技術によるマルウェア感染防止のための
エンドポイント向け製品



Ian Pratt
英ケンブリッジ大学
上級講師
(設立当時)



Simon Crosby
英ケンブリッジ大学
講師
(設立当時)

- 2004年、英ケンブリッジ大学コンピュータ研究所のPratt上級講師は、Crosby講師や教え子とともに米XenSource社を設立。同大学の研究プロジェクトで誕生した仮想化ソフトウェアXenを競争力のあるエンタープライズ製品にするため。
- 2007年、XenSource社は、米Citrix Systems 社に約5億ドルで買収され、Pratt氏は同社の副社長に就任。
- また、2011年、約140億円の投資を受けてPratt氏はBromium社を設立(カリフォルニア州)。仮想化技術(マイクロ仮想マシン)を用いた、マルウェア感染を阻止するエンドポイント向けのサイバーセキュリティ製品を開発。
- 2019年9月、米 HP社によりBromium社が買収(買収額非公表)。

intrinsic

サーバレス環境上のアプリのファイル等へのアクセス動作をセキュアに保つ技術



David Mazieres
スタンフォード大学
教授



Deian Stefan
カリフォルニア大学
サンディエゴ校(UCSD)助教
(現在)

- 2015年、スタンフォード大学コンピュータ科学科Mazieres教授とその教え子を含む創設者により、Intrinsic社が設立。
- Intrinsic社では、サーバレス環境上で動作するアプリが、正常にファイル等にアクセスできるよう開発できる環境をソフトウェアで提供。これはスタンフォード大学における長年のプログラミング言語及びシステムセキュリティ分野の研究の成果。(HPより)
- 2019年8月、ソフトウェアベンダ大手のVMware社により買収(買収額非公表)。
- VMware社としては、本買収により、AWSやMicrosoft Azure等の成長するクラウドサービスに対して、それを支える基盤的な製品のセキュリティ機能を拡張する独自の知識・技術が獲得できたとしている。(記事より)

- ・東工大の大学院生を対象にした、いわゆる「副専攻」制度。修了者には、本来の専攻以外に、学長名の修了証書が授与。
- ・東工大の情報・通信の理論分野の強みと、産業界の実践的な強みを生かした産学連携によるカリキュラム開発・構成により、2016年度開講。
- ・いわゆる情報系3系(数理・計算科学系、情報工学系、情報通信系)の大学院生が、サイバーセキュリティを副専攻として選択するケースが多い一方、経営工学系、機械系や生命理工学系といった学生が選択するケースも。

授業の様子



修了生実績

年度	2017年度	2018年度	2019年度
人数	23名	39名	42名(見込)

副専攻としては東工大で一番大きい規模(2019年時点)

○カリキュラム履修学生の声

- ・「授業が興味深かったので職業として選択したい」
- ・「サイバーセキュリティ関連分野の興味関心が高まった」

カリキュラム (8単位以上の取得が修了要件、例えば修士課程の2年間で履修)

科目名	単位
サイバーセキュリティ概論(背景にある理論的な内容、全15回)	2
他の専門科目(アルゴリズム論、ヒューマンコンピュータインタラクション、現代暗号理論等)	各2
サイバーセキュリティ暗号理論	2
サイバーセキュリティガバナンス	2
サイバーセキュリティ攻撃・防御第一	2
サイバーセキュリティ攻撃・防御第二	2
サイバーセキュリティ攻撃・防御第三	2

東工大担当教員全員が担当

サイバーセキュリティ概論は、毎年東工大の情報系修士学生の半数(140名程度)及び他の系合わせて170人程度が受講

産業界等出身の特定教員が専門性を活かし担当

- ・野村総合研究所
- ・楽天
- ・NTT
- ・産業技術総合研究所