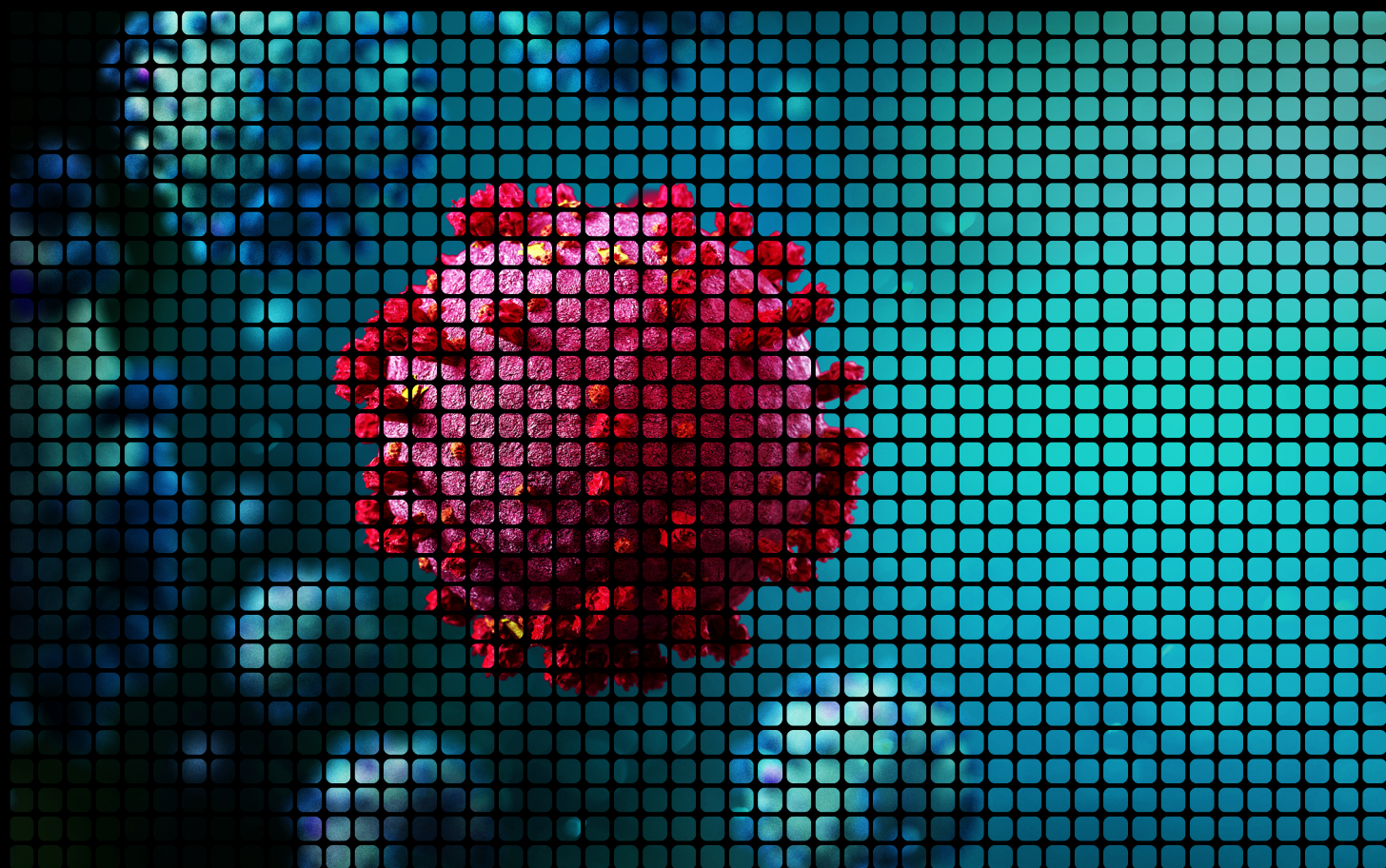




Digital Research Report

COVID-19 背景下的研究文化演变

全球研究体系的格局发展及文化变革

Simon J. Porter and Daniel W. Hook

2020 年 6 月

关于 Digital Science

Digital Science 是一家致力于提高研究效率的技术公司。我们投资、培育和支持使整个研究过程更加开放有效的创新业务和技术。我们的产品线包括备受赞誉的品牌 Altmetric, CC Grant Tracker, Dimensions, Figshare, Gigantum, GRID, IFI Claims, Overleaf, ReadCube, Ripeta, Scismic, Symplectic 和 Writefull。与我们合作,一定能让研究影响力更上一个台阶。详情请访问 www.digital-science.com

关于 Dimensions

Dimensions 是一个现代创新的关联研究知识体系,重新定义了发现和获取研究的方式。Dimensions 由 Digital Science 与全球 100 多家领先研究机构合作开发,将资助、发表物、引用情况、其他指标、临床试验、专利以及数据集整合成一个综合平台,帮助用户更快地查找访问最相关的信息,分析研究的学术及其他影响力,集中全方位观点为未来研究提供思路。详情请访问 <https://dimensions.ai>

关于作者

Simon Porter 是 Digital Science 研究转型部的总监。他与 Digital Science 客户合作以创造性的方式对研究基础设施和研究信息加以利用。

 <https://orcid.org/0000-0002-6151-8423>

Daniel Hook 是 Digital Science 的首席执行官。他从事研究信息管理和软件开发已有十多年。Daniel 是数学物理学家出身,在伦敦帝国理工学院和华盛顿大学担任客座教授职务。他是英国皇家物理学会院士,并担任 ORCID 的财务主管。

 <https://orcid.org/0000-0001-9746-1193>

本报告由 Digital Science 发布, Digital Science 隶属于 Holtzbrinck, 一家致力于科学和教育的全球媒体公司。

Digital Science, 6 Briset Street, London EC1M 5NR, UK.
info@digital-science.com



本报告严格遵循知识共享署名 4.0 国际许可。

1 引言

COVID-19 病毒的全球影响力远大于 2019 年底武汉发现首批确诊病例时的预期。几乎全球范围内的封锁，加上医务人员坚持不懈的努力，COVID-19 死亡病例最终定格在了数十万而非数百万。COVID-19 影响之大，不仅不限于那些因为疫情关系在经济、精神或身体上有所损失的人，那些失去生命或至亲的人，甚至不限于目前生活在地球上的 77 亿人。COVID-19 的社会、经济和政治影响至少将持续一代人，其公共卫生影响更是无法估量。尽管如此，COVID-19 带来的影响并非都是负面的 [Derrick, 2020]。（简洁起见，本报告中部分 COVID-19 将缩写为 COVID）

站在十字路口，COVID 疫情为我们提供宝贵的自省时间，许多问题也因此大为缓解。贫富差距越来越大，这种差距不仅限于国家之间，国家内部亦是如此。我们生活在人们所说的指数型工业革命初期 [Davis, 2020]：在人工智能的推动下，即将到来的革命将从许多方面改变人类的工作。这场 AI 革命将在很大程度上妨碍甚至替换现有工作，而非仅仅简单地改变 [Frey, 2019]。这极有可能会进一步加剧国家之间以及国家内部财富的不平等 [Lee, 2018]。在撰写本文时，世界各国政府已经采取了前所未有的措施以支撑受封锁影响的经济。部分学者推测现在这将是一个普及基本收入的时代 [Lee, 2020]。

在过去的几个月中，政府采取了必要措施保证居民的基本生活，国家债务却也因此显著增加。政府自然希望削减债务，但在何种条件下可以实现尚不清楚。从经济学角度来看，一旦建立了控制 COVID 的机制后有三种途径可以摆脱危机：a) 恢复紧缩；b) 引入累进税制，要求最富有的人帮助偿还债务；c) 通过刺激经济来偿还债务。这些策略完全可以综合起来加以使用。显然，对于在过去十年中遵循紧缩政策的国家而言，严重的基础设施不足是面对 COVID 疫情手足无措的重要原因。引入累进税制必须慎之又慎以避免打击大家创新和冒险的积极性；仅仅依靠刺激经济试图超过债务增长度又似乎过于听之任之。尽管如此，后两种策略都将预示着凯恩斯主义经济理想的回归。

虽然新冠疫情可能让凯恩斯主义思想重现江湖，但在过去的 30 年中，相关领域的争论却从未冷却。具体而言，即千年战略和可持续发展目标的落实以及围绕循环经济开展的相应学术研究。在企业界，争论主要集中在企业社会责任和管理、股东价值与利益相关者价值，以及在日益多元化和相互联系的世界中 GDP 作为经济增长的决定性指标是否合适 [Raworth, 2017][Flammer et al., 2017]。

此前数年中，专业知识一直在被质疑和无视 [Kakutani, 2018][Nichols, 2017]，但在这场危机中，科学、科学家和专家又重新引起了公众和政府的关注。是利益使然，抑或出自真心，还是时代号角目前仍难决断，但我们或可能重返“理性时代”，从此开辟一个全新的世界——在这个世界中，经济学、医疗保健和国际合作将发生天翻地覆的变化。最理想的情况是这三者的关系看起来更像我们在全球科研体系中看到的合作 [Skipper, 2020]。

“五个月内新涌现出的研究数量，即便是诸如深度学习或纳米技术等最密集的新兴领域过去也花费了数年才达到”

COVID 疫情对大学又产生了何种影响呢？迫于债务压力，政府很可能削减研究资金。在整个研究经济体已通过使其运营模式多样化的方式适应市场的背景下，国际学生的收入变化将对许多研究机构产生影响 [Conlon, 2020]。许多研究机构都在思量未来的发展方向以及他们后 COVID 世界中的角色。从政策角度出发，应用研究将更受青睐，因为它们能在短期内带来更大的经济效益。随着公众意识的提高，只要研究经费与公共卫生问题及更广泛的社会问题挂钩，政府削减科研资助的策略可能遭到整个社会的反对。正如我们在另一份报告中提出的，现在是否是时候根据可持续发展目标 [Wastl et al., 2020] 增加科研投资并重新定义影响力？我们是否应该以更加协调一致的方式资助社会科学的发展？目前劳动力市场不确定性很大，前有 COVID 后有 AI，在这种情况下大学所发挥的作用是否会与持续发展和终身学习更加紧密地结合在一起？

撇开大学的未来，COVID 疫情给全球研究人员带来了更直接的挑战。研究人员们迅速调整了研究方向以满足公共卫生的需求 [Hook and Porter, 2020][Fry et al., 2020]。研究涉及的领域不仅包括病毒学、免疫学和流行病学，还包括一些不为人注意的学科，譬如精神健康，因为封锁改变了人们整个生活方式；又譬如经济和环境，生产力低迷导致整个金融和生态环境都发生了变化。研究活动的变化直接导致研究行为发生相应的变化——这正是与往常不同的地方。五个月内新涌现出的研究数量，即便是诸如深度学习或纳米技术等最密集的新兴领域过去也花费了数年才达到。

截至 6 月 1 日，累及发表的学术论文已达 42703 篇学术文章，另外还有 3105 项临床试验、422 个数据集、272 项专利、757 项政策文件和 156 项补助金。整个研究界的反应可以说迅速而猛烈。实际上，研究世界的发展速度超出了绝大部分人的想象。在某种程度上，人工智能中的“深度学习”领域是当今发展最快的领域之一，相关论文约有 15 万篇。从一年的几百篇论文发展到超过 11,000 篇论文，“深度学习”花了大约七年半的时间。而 COVID 仅用四个半月就达到了相同的数量。

当一个领域发展如此迅速，且来自不同地域和学科的众多研究人员将注意力全部集中在类似问题上时，整个研究界自然会发生变化：新的研究行为、新的合作趋势和新的技术用途将共同定义该领域。医学和预印本服务之间已然出现了全新的关系，其速度之快令人喷舌，但考虑这个新世界的需求，这或许也就不足为奇了 [Brainard, 2020][Hook and Porter, 2020]。许多著名的学术出版商通过开放获取的方式即时发表研究论文，以确保所有研究人员都可以免费获取已发表的材料。还有另外一点不容忽视，尽管大部分研究都围绕医学领域，但经济学、心理学、工程学和计算机科学等领域也都涌现出了大批文章。

全球国家、地区以及国际项目均承诺为 COVID 相关研究提供资金支持 [Wintour, 2020]。作为紧急应对策略，第一轮筹措的约 2000 万美元资金已通过专家申请或快速部署的 COVID 特别项目的方式发放。如果想要快速改变部分重要研究领域的热点方向，使其适应当下的新形势，就必须寻求新的机制保证合适的研究在最短的时间内获得资

“医学和预印本服务之间已然出现了全新的关系，其速度之快令人喷舌，但考虑这个新世界的需求，这或许也就不足为奇了”

“许多著名的学术出版商通过开放获取的方式即时发表研究论文，以确保所有研究人员都可以免费获取已发表的材料”

助。国际社会正在寻求从被动应对向战略性出击的转变，在这个节点尤为重要的一点是迅速了解新配置的研究社区中的研究人员和机构彼此之间以及在与行业合作中所扮演的角色。

为了保障所有人的利益，研究效率和全球获得研究成果是这一领域国际政策合作不容忽视的关注点。很显然，我们需要协调研究资金以及 COVID 研究项目。大量研究涌现的新形势下，我们的合作和协调水平是否也需要上升到全新的高度？有一点毋庸置疑——万里长征我们才开了头。

Digital Science 推出的 Dimensions，其独特定位可以同时满足研究人员及学术机构的需求。研究人员需要适应 COVID 相关领域研究发表的新模式，学术机构则需要适应全然不同的研究格局——世界正逐渐从封锁中恢复，但国际旅行却仍受到严重限制。

在这个全新的世界里，我们认为 Dimensions 作为搜索分析新工具对于研究人员和研究机构的成功至关重要。任何搜索分析工具都必须具备以下能力：

1. 实时更新来保证研究交流及时性；
2. 纳入预印本、数据集等研究循环早期资料；
3. 帮助研究人员快速理清研究，在没有同行评议的情况下，研究人员也能准确了解某个研究的出发点；
4. 帮助研究人员找到能够协助研究转化的合作者；
5. 帮助研究机构在决策者面前证明其研究的价值；
6. 以更全面的方式了解全球研究格局，依托强大的数据处理能力获得更加独特的研究洞见。

本报告主要围绕 COVID 研究的兴起进行深入剖析，立意颇高而规模宏大，大量涌现的数据可能需要很多年去解读。让我们通过 Dimensions 里的数据告诉你关于过去五个月里一些小小的真相。

“如果想要快速改变部分重要研究领域的热点方向，使其适应当下的新形势，就必须寻求新的机制保证合适的研究在最短的时间内获得资助”

2 对 COVID-19 相关出版物进行分类及定量

5 月的前两周中，Dimensions 索引中每日新增的 COVID 论文数接近 650 篇（图 1）。这些文章中大部分都提供全文，因此能够被完整分类并编入索引。与数据库其他内容建立链接后每项资料的元数据都能得到进一步强化。作者及单位会对应到个人和机构，同时还会有相关参考文献、临床试验和专利的链接。今年，Dimensions 已经收录了超过 42703 篇有关 COVID 各个方面的出版物（图 2），甚至超过了那些领先研究机构的年度总产出。尽管许多研究仍在以传统期刊论文的形式发表，但文章公开时间的不断缩短仍反映了研究界内各个体系都在不断调整适应以确保关于 COVID 的知识能够尽快传播交流。

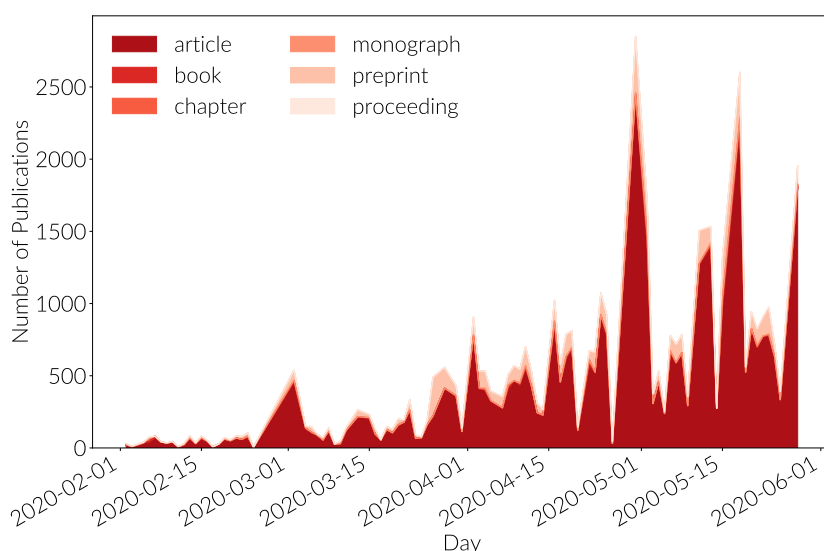


Figure 1: 基于以下关键词搜索的每日 COVID 相关出版物数量

如引言中所述，搜索 COVID 研究论文颇具挑战性。Dimensions 团队与免疫学家和病毒学家合作构建了一个搜索词串，尽可能囊括所有 COVID 相关出版物同时将误报率降至最低。词串特别限制了 2020 年以过滤掉既往那些易误报的出版物。系统会总动在出版物的标题、摘要和至关重要的全文中寻找以下术语：

```
"2019-nCoV" OR "COVID-19" OR "SARS-CoV-2" OR "HCoV-2019"
OR "hcov" OR "NCOVID-19" OR "severe acute respiratory syndrome
coronavirus 2" OR "severe acute respiratory syndrome corona virus
2" OR (("coronavirus" OR "corona virus") AND (Wuhan OR China OR
novel))
```

点击链接直达每日检索界面：<https://covid-19.dimensions.ai>

为方便那些希望轻松系统访问数据的用户，谷歌文档还提供每天更新结果。包含这些数据的文件集也会定期更新：<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11961063.v21>.

“Dimensions 团队与免疫学家和病毒学家合作构建了一个搜索词串，尽可能囊括所有 COVID 相关出版物同时将误报率降至最低”

3 发表趋势

3.1 开放还是不开放，要速度还是要可靠

现有学术交流体系是否适合现代研究目的这个问题再次迎来检验。COVID-19 相关研究的迅速增加已经引起了科学计量和学术交流领域乃至更广泛的学术界的许多人的关注(例如 [Brainard, 2020][Colavizza et al., 2020][Torres-Salinas et al., 2020])。一个全新研究领域正在迅速出现，它一方面凸显了整个研究体系内存在的社会问题 [Viglione, 2020][Minello, 2020]，另一方面也揭示了我们所知道的构成学术交流基础的几大要素——出版速度、出版形式、结果验证以及结果获取。

“现有学术交流体系是否适合现代研究目的这个问题再次迎来检验”

Hook 和 Porter[Hook and Porter, 2020] 特别指出，预印本已迅速成为研究成果的主流呈现方式。关于推行预印本所面临的挑战已有大量评估研究，特别是围绕同行评议和研究信任度等问题 [Chiarelli et al., 2019][Kwon, 2020] 以及潜在的解决方案 [Johansson and Saderi, 2020]。图 2 展示了预印本如何迅速成为 COVID 研究必不可少的部分，1 月初刚开始的时候预印本还非常少，到 5 月初其占研究产出的比例已达四分之一。

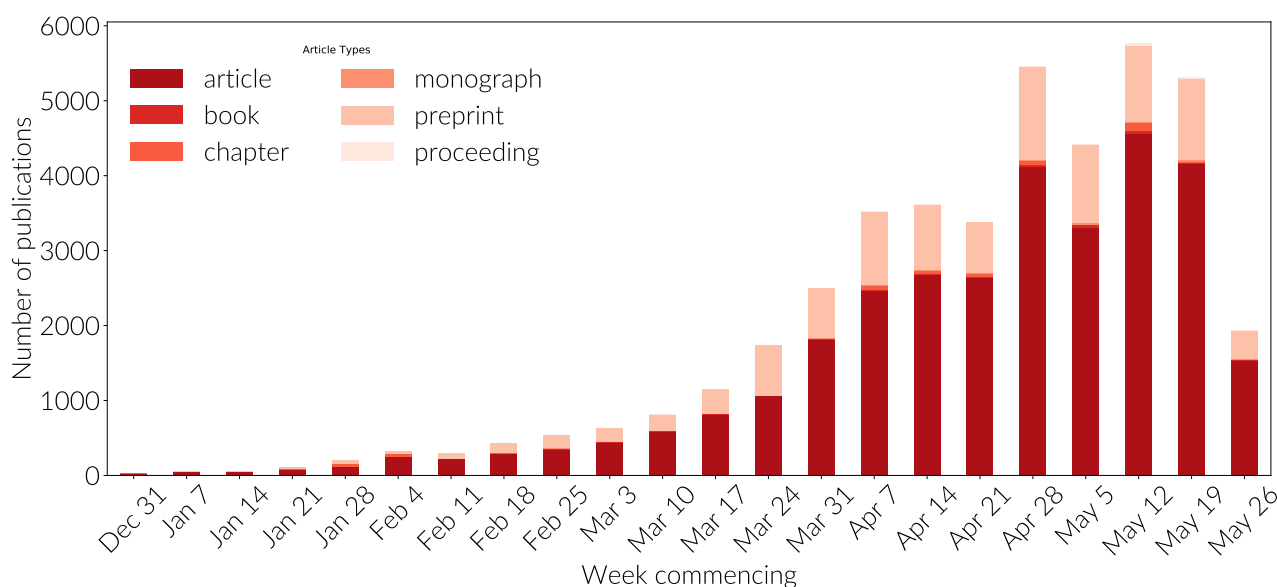


Figure 2: 在 Dimensions 使用既定词串搜索 COVID 研究，将出版物数量按周分别进行统计。出版物类型参照图例

图 2 具有几个显著特征。第一，预印本在本不太能接受预印本的领域（图中主要是医学领域）迅速发展。出现这一现象的主要原因或许是预印本恰好符合研究人员之间快速交流的需求，其他可能原因还包括早期开展研究的是流行病学家，他们对预印本非常熟悉。而预印本所占比例无法更上一层楼的可能原因包括许多出版商提高了同行评议速度 [Eisen et al., 2020] 或以开放获取的形式公布了 COVID 相关研究 [Carr, 2020a][Carr, 2020b]。

图 2 中的 4 月似乎是一个平台期，5 月的出版物数量再次增加，形成了第二个高峰。这意味着可能存在某些分批次的混杂行为——譬如既

往的预印本出版物被正式接收发表。请不要忘记，图片中计算的是每周的研究产出数量，而非累计研究数量。就像当今许多国家的 COVID 病毒一样，领域的发表高峰将很快过去。换句话说，我们看到的是一个研究领域发展和成熟初始阶段的缩影，作为针对研究过程的研究，这个切入点非常具有吸引力，因为这个领域的发展速度是正常速度的许多倍。

图 3 根据 Unpaywall 和 Dimensions 的数据汇总了各种获取模式（不开放、混合、金色开放获取以及绿色开放获取）的 COVID 研究所占比例。

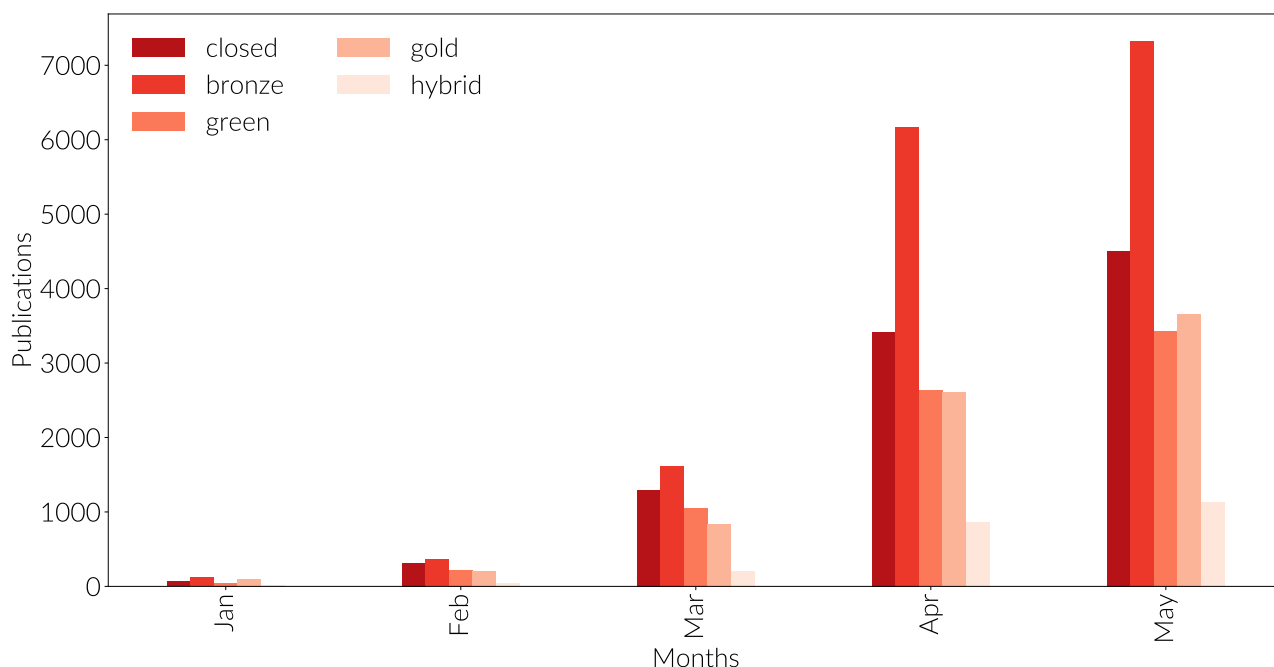


Figure 3: 在 Dimensions 使用既定词串搜索 COVID 研究，按月进行数量统计，开放获取模式参考 Unpaywall。具体模式参见图例

出版商向所有研究者免费开放 COVID 相关研究直接导致图 3 中青铜色开放出版物数量显著增加。就像上面提到的，这可能就是预印本比例无法继续突破的原因。尽管开放获取（青铜色、金色及绿色）长势迅猛，但 COVID 这一关键领域却仍存在非开放研究——这一有趣的社会现象引发了关注学术交流进展的学者和资助人的广泛评论 [Larivière et al., 2020][Kiley, 2020]。

3.2 COVID 相关研究的地域分布特点

迄今为止，已有超过 8,305 个学术机构、71,806 多名研究人员参与了 COVID 相关研究。图 6 显示了全球参与 COVID 研究的主要机构。最开始 COVID-19 相关研究都集中在中国，然后逐渐向西方移动，这也反应了疾病波及范围的变化。

图 4 展示的两个分析都使用了 Dimensions 的机构名称消歧数据强化功能，该功能主要通过 GRID 系统实现(更多信息请参见 <http://grid.ac>)。每篇出版物的作者所属机构可以被分解转化为 GRID 数据库中的项目，然后在机构所在国家间进行分配。分配前会按照作者数目进行标

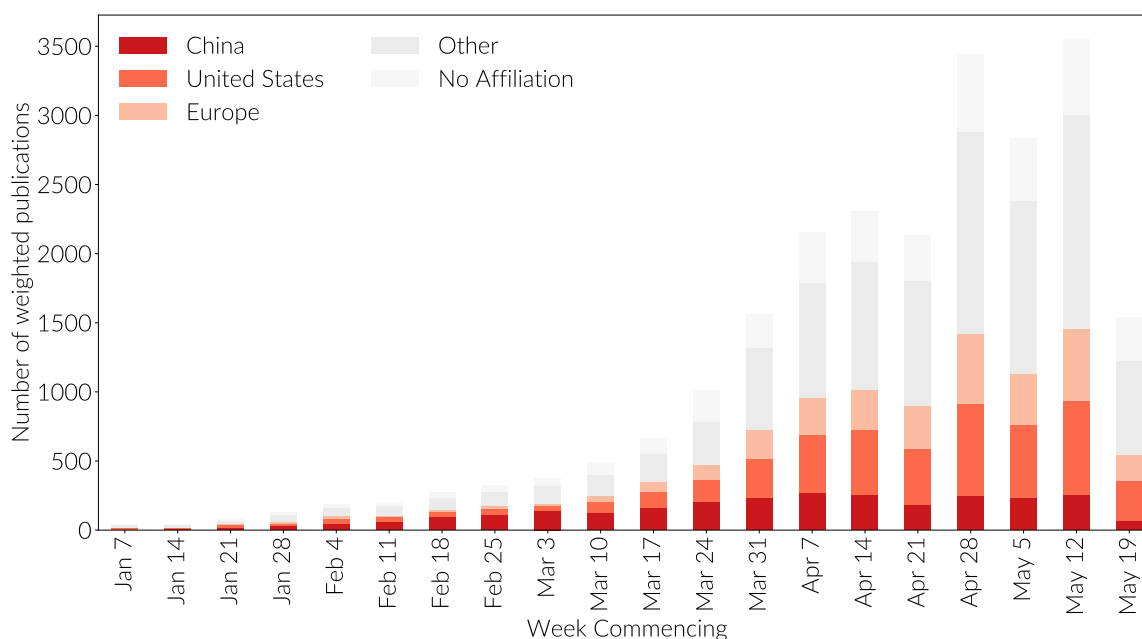


Figure 4: 研究人员隶属机构所在国家/地区的加权出版物数量统计。图中统计的并非累计数量，而是从给定的日期开始的一周内面世的论文总量；最后一周的统计数据不完整

准化处理，例如一篇论文共有 5 名作者，其中 2 名隶属于美国机构，3 名隶属于中国机构，则论文会按照 3/5、2/5 的比例分别分配给中国和美国。与之前的图片一样，图 4 中的数据并非累计论文发表量，而是横轴上标记的日期开始后一周内面世的论文数量。发表论文数量最多（从开始到现在）的 12 个国家单独罗列，除此以外的国家被合并为“其他”，作者所属单位在 GRID 体系中无对应项目的则被列为“无所属单位”。

从图 4 中我们可以看出，鉴于疫情爆发较早，对疫苗需求迫切，中国在 COVID-19 研究中处于领先地位。随着来自中国的 COVID 研究数量趋于平稳，美国和欧洲机构开始崛起。但是，中国的先发优势，即早期在高影响因子期刊发表的论文为这个新领域的发展奠定了基础。

“最开始 COVID-19 相关研究都集中在中国，然后逐渐向西方移动，这也反应了疾病波及范围的变化”

表 1 罗列了期刊发表的 COVID 相关论文被引用数量最多的期刊。COVID 相关引用的定义是引用了输入关键词串 Dimensions 反馈的论文。“论文数量”栏内使截止 2020 年 5 月 24 日期刊发表的 COVID 相关研究成果数量——请注意 medRxiv、bioRxiv 和 SSRN 等预印本网站发表的成果数量非常多。表中的论文总数不是按照之前的四舍五入加权计算，而是每位作者按整篇计算，因此，在这种情况下，美国、中国、欧洲各列的合作研究会重复计算。我们的分析结果（如下）提示各国在 COVID 相关研究中的合作程度还是很高的，尽管相对于“正常情况”而言合作研究比例仍偏低。Fry 等人的结果也与我们吻合 Fry et al. [2020]。表中“欧盟”包括欧盟 27 国、英国、挪威和瑞士。

如图 5 所示，虽然美国和欧盟现在在《柳叶刀》，《新英格兰医学杂志》和《美国医学会杂志》等顶级期刊上发表的论文数量均超过中国，但中国仍然是被引用文献数量最多的地区。从图 4 中我们可以看到在疫情爆发早期，中国是 COVID-19 相关研究的主要产出国，其中许多研究结果发表在《柳叶刀》等期刊上。中国研究人员及其早期发表的

Journal	No. of Pubs	Total Cites	No. of Pubs			Citations		
			US	CN	EU	US	CN	EU
The Lancet	188	11643	64	41	115	1232	9614	2410
New England Journal of Medicine	181	10599	114	20	35	3267	4496	1101
JAMA	136	6781	108	13	10	1618	4305	588
medRxiv	2867	4431	994	765	1010	1725	2423	1560
Journal of Medical Virology	271	2983	50	148	51	460	2543	334
bioRxiv	880	2455	391	189	291	802	1397	616
Radiology	52	2370	18	20	12	463	1897	52
Nature	22	2247	9	13	7	119	1957	212
The Lancet Infectious Diseases	114	2161	32	34	53	524	1139	828
The Lancet Respiratory Medicine	58	1971	21	13	34	270	1479	431
Clinical Infectious Diseases	136	1661	51	59	31	297	1359	200
Science	76	1536	43	24	25	1072	890	671
International Journal of Infectious Diseases	128	1374	27	68	34	635	1093	433
Eurosurveillance	64	1328	4	9	55	177	495	1018
The BMJ	399	1279	38	12	339	74	383	775
International Journal of Antimicrobial Agents	40	1041	6	11	14	0	110	667
Cell	18	1005	8	5	9	276	70	929
Emerging Microbes & Infections	43	846	9	35	3	91	805	8
Journal of Infection	146	840	8	103	39	25	788	116
SSRN Electronic Journal	1655	705	576	436	520	316	354	142

Table 1: 按作者隶属机构所在国家统计各出版地点发表论文数量。出版地点包括期刊和预印本服务器，其选择和排序主要依据 COVID-19 相关文章的引用次数（“总引用”列）。COVID-19 研究由本报告中的关键词串定义。表中所有数字均来自 2020 年 5 月 24 日 Dimensions 的搜索结果。请注意，arXiv.org 包含 1013 个与 COVID 相关的出版物，但是，Dimensions 中这些论文的地址元数据和引用细节的质量暂不允许将这些论文纳入分析

研究仍在持续不断地被引用。1 月下旬，COVID 成为一个新的研究领域，奠定领域基础的关键论文开始发表，这些论文的作者大都是中国研究人员。从 2020 年 1 月 30 日开始的这一周，中国研究人员发表的论文引用次数已达到约 5000 次，随后的一周也是如此。同期美国和欧洲的研究成果数量显著偏低。尽管 COVID 领域的研究推进迅速，但早期发表的中国研究仍然是整个领域的基础。

从图 6 可以清楚地看到全球 COVID-19 研究的产出情况，其中有 3-4 个主要的研究中心：中国区包括几个城市——武汉是传闻中最早发现病毒的地方，还有北京和上海；欧洲区主要是意大利和英国，它们是受疫情影响最严重的两个国家。美国区主要在东海岸，包括波士顿和纽约；最后西海岸的加利福尼亚研究机构也有所产出。

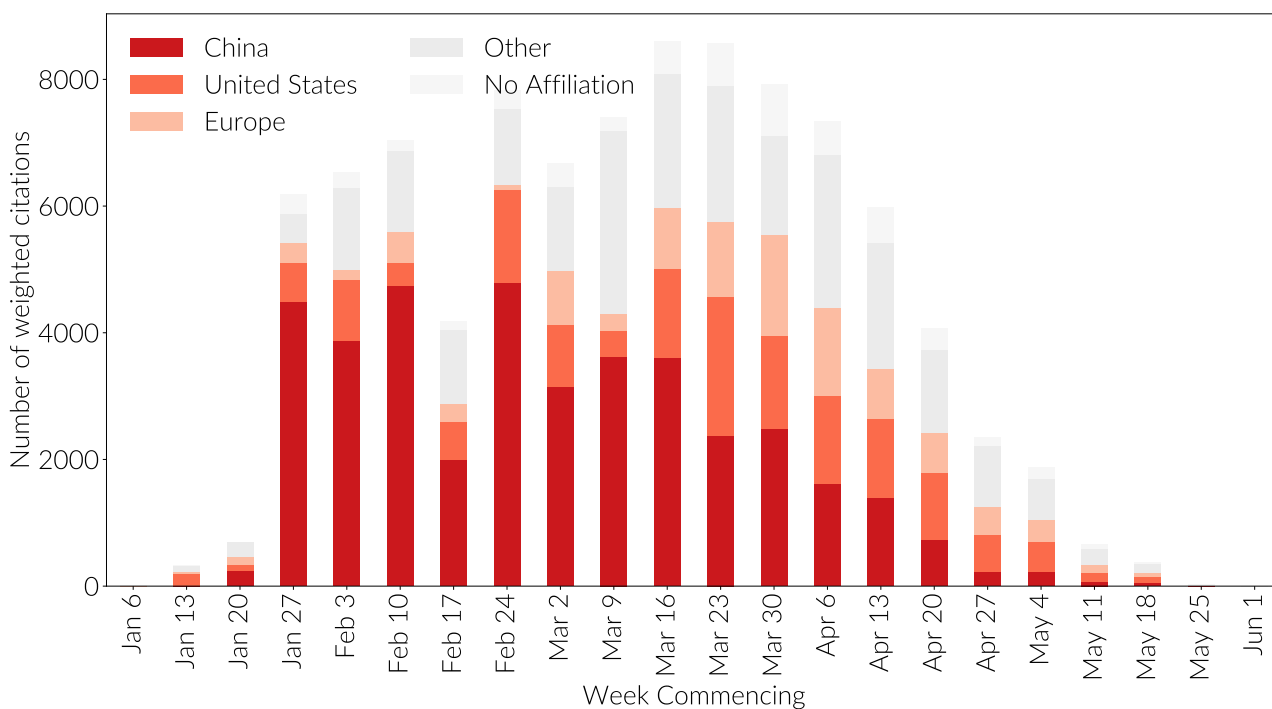


Figure 5: 研究人员隶书单位所在国家研究成果的被引用情况，按周统计总引用次数。COVID-19 研究由本报告中的关键词串定义。统计仅纳入其他 COVID-19 论文的引用。图中数据均来自 2020 年 5 月 24 日 Dimensions 的搜索结果

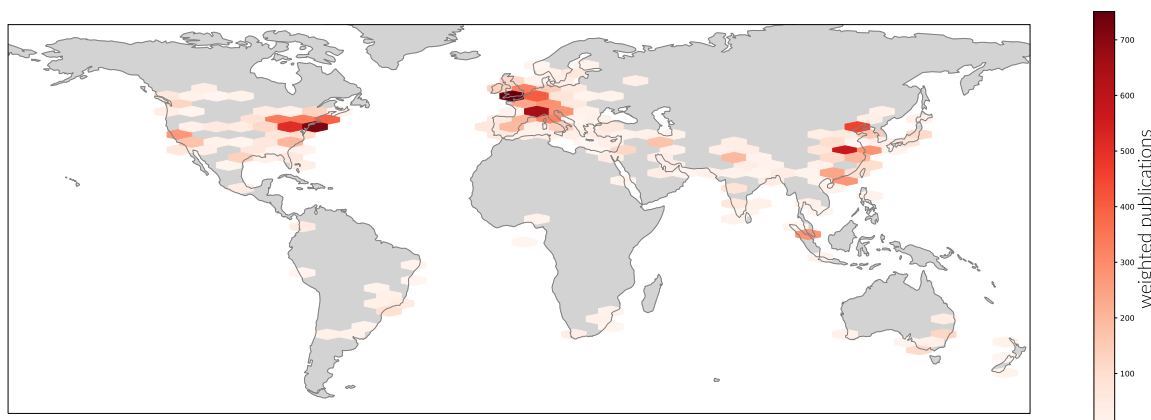


Figure 6: 全球 COVID-19 主要研究中心。COVID-19 研究由本报告中的关键词串定义。统计仅纳入其他 COVID-19 论文的引用。图中数据均来自 2020 年 5 月 24 日 Dimensions 的搜索结果

表 2 和表 3 列出了全球 COVID 研究产出最多的机构。表 2 主要是研究机构和大学；表 3 则是研究医院。截至本报告撰写时，研究成果数量最多的机构是中国的华中科技大学，香港大学和浙江大学也为大中华地区的研究产出做出了重要贡献。表 3 中表现最为出色的三家医院也在中国。倘若在 4 月份进行统计结果会大不相同，当时美国和欧洲在对 COVID 的研究响应还处于早期阶段。

3.3 COVID 研究的合作与分类

前面各节中的许多图表表明，COVID 研究大多局限于特定国家/地区。实际上这种情况比我们想象的更严重。图 7 主要对研究关系特质进行了扼要的分析总结。

Institution	Publications
Harvard University	442
Huazhong University of Science and Technology	404
University of Oxford	359
Johns Hopkins University	330
University of Toronto	329
University College London	290
University of Milan	288
Stanford University	267
University of Hong Kong	259
University of Washington	254

Table 2: 自 2020 年初以来 COVID-19 相关研究产出最多的学术机构

Institution	Publications
Massachusetts General Hospital	197
Zhongnan Hospital of Wuhan University	180
Renmin Hospital of Wuhan University	173
Mayo Clinic	151
Brigham and Women's Hospital	114
Cleveland Clinic	90
The University of Texas MD Anderson Cancer Center	90
San Raffaele Hospital	86
Erasmus University Medical Center	85
Vanderbilt University Medical Center	82

Table 3: 自 2020 年初以来 COVID-19 相关研究产出最多的医疗机构

《自然》期刊称政治家可以向研究人员学习合作习惯Skipper [2020]。尽管我们承认现有的学术网络框架下存在强有力的合作，但根据我们的分析，双边（两国之间）及多边（三国及以上）合作所占的比例仍非常低。图 7 提示，尽管国际合作研究的比例保持稳定，目前绝大部分 COVID 研究仍是由单一国家承担完成的。众所周知，各个学科中的国际合作正在稳步增加，因此我们可以认为图 7 展现的是 COVID 领域发展早期的研究关系情况。

除了 COVID-19 研究处于起步阶段，还有许多因素可能造成国际合作有待进一步提升的局面。首先，在图 7 的前几个月中，中国一直是研究成果的主要产出国。中国的研究能力始终在快速增长，世界其他地区很难跟上中国不断扩大的研究基础，因此尽管中国越来越多受到青睐，被全球许多国家/地区邀请为合作伙伴，但其国际足迹（国内论

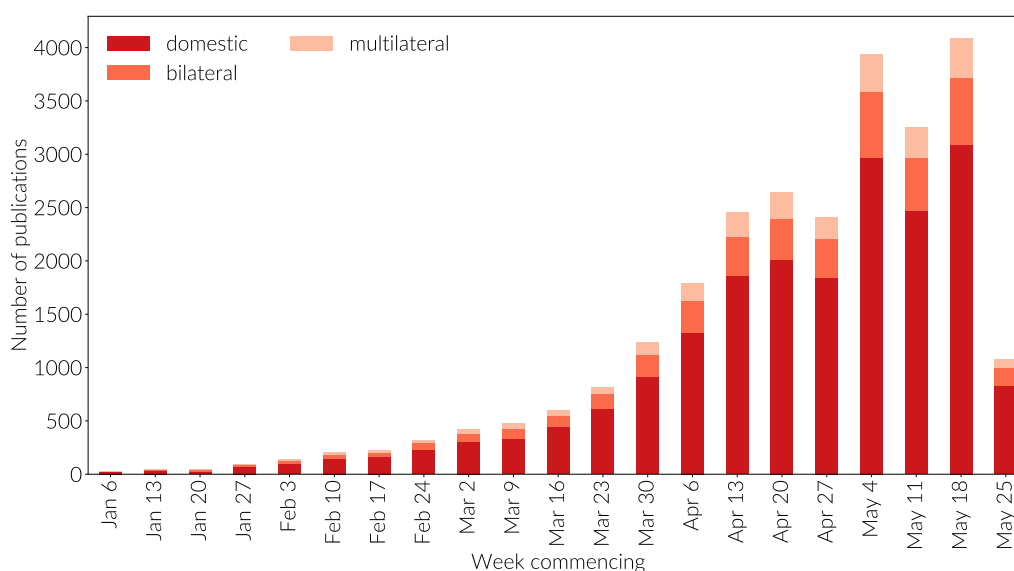


Figure 7: 国内、双边和多边国家合作的 COVID 研究数量。图中采用的非累计数据，而是按周统计研究产出数量；最后一周的统计数据不完整

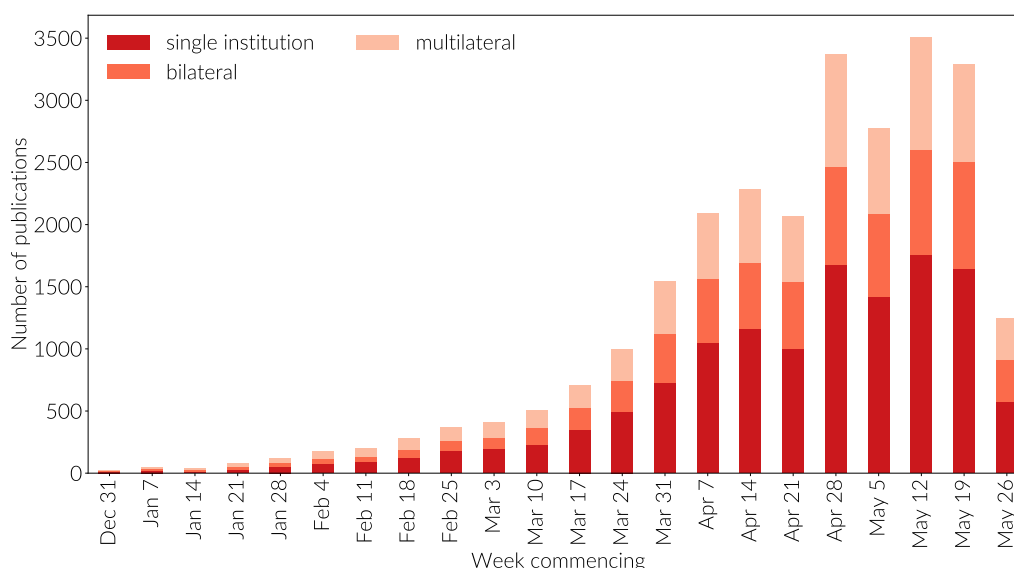


Figure 8: COVID-19 研究的机构合作模式。图中采用的非累计数据，而是按周统计研究产出数量；最后一周的统计数据不完整。归入“单机构”的出版物作者均来自一家机构，“双机构”则涉两家机构，“多机构”包括涉及两个以上机构的出版物。本图中均不涉及机构所在国家

文与国际论文的比率）仍与促进多国合作的世界趋势背道而驰。图 8 则将国家间情况反映到机构层面。1-3 月，很多研究不仅局限在单一国家，甚至局限在单个机构。尽管 4-5 月，研究仍局限在单个国家，但随着合作网络的建立，机构间合作越来越常见。

图 7 中大部分都是医学研究。表 4 显示了按主要研究领域对 COVID-19 相关研究人员进行了细分。因此我们推测未来许多研究人员会感到压力，希望在疫苗方面取得进展。因此，他们在研究的早期阶段就专注于加深其对 COVID-19 的理解，而非发展国际合作。另外，许多国家提供的研究资助规模较小，这就意味着资助的主要对象都是小团体或个人研究。这也并非不合理，毕竟在研究早期，开发 COVID-19 疫苗的复杂性尚未被很好地理解。即便原先已经存在合作关系，要在

一个全新的主题上启动这种合作也非常花费时间。

Field of Research	Researchers
11 Medical and Health Sciences	13591
06 Biological Sciences	1283
03 Chemical Sciences	257
09 Engineering	186
08 Information and Computing Sciences	177
01 Mathematical Sciences	128
07 Agricultural and Veterinary Sciences	126
17 Psychology and Cognitive Sciences	122
14 Economics	98
16 Studies in Human Society	56
02 Physical Sciences	54
15 Commerce, Management, Tourism and Services	48
04 Earth Sciences	47
05 Environmental Sciences	22
13 Education	17
18 Law and Legal Studies	17
10 Technology	8
22 Philosophy and Religious Studies	8
20 Language, Communication and Culture	5
12 Built Environment and Design	2
21 History and Archaeology	2

Table 4: 从事 COVID 相关研究的研究人员所属研究领域 (ANZSRC)。表中将研究人员归于某一研究领域的标准为该研究人员在本领域发表论文时长超过 15 年

探索新兴领域具有挑战性。研究政策和研究分析的终极目标不仅包括快速发现新兴领域，还有发现核心研究人员以及关键合作地带。为此，我们对 COVID 领域进行了一次“断层扫描”，结果呈现在图 9 和图 10 中。

图 9 和图 10 基本结构相似，但颜色代表的内容不同。表 4 依照筛选“从事领域研究超过 15 年”的标准纳入了 12816 名研究人员，图 9 和图 10 并未设置类似限制，因此呈现的是更大范围内的合作。两张图中纳入了 50979 名研究人员，他们每人至少发表了一篇 COVID 相关研究。这些研究人员来自 Dimensions 人物图数据，因此并不依赖于 COVID-19 论文中的地址信息。图中 488,188 个研究者-研究者链接是不相同的（譬如，多篇多作者论文共同作者之间的链接是不重复的），且图片呈现的是研究人员整个研究生涯建立的所有合作关系，而非仅仅在 COVID-19 研究时期。因此，这些图表完整呈现了“以参与 COVID 研究为条件”的研究人员网络。

图 9 中各种颜色混乱分布，这意味按照 NIH 的 RCDC 疾病分类方法，COVID-19 已经是高度跨学科领域了。图中主要有三片区域，第一片以心血管病（橄榄色）、临床研究（绿色），呼吸系统疾病（深蓝色）、神经科学（黄色）和消化系统疾病（紫色）为特征。第二片在第一片的下方，主要是传染病（橙色）；第三片在图左侧外围，主要是生物工程学（浅蓝色）和遗传学（浅棕色）的轻度聚类。这种复杂的局面已充分表明了该领域的多面性。按照这种分类，领域研究主体预防医学或流行病学/公共卫生均不是完整的合作单元。

“中国的研究能力始终在快速增长，世界其他地区很难跟上中国不断扩大的研究基础”

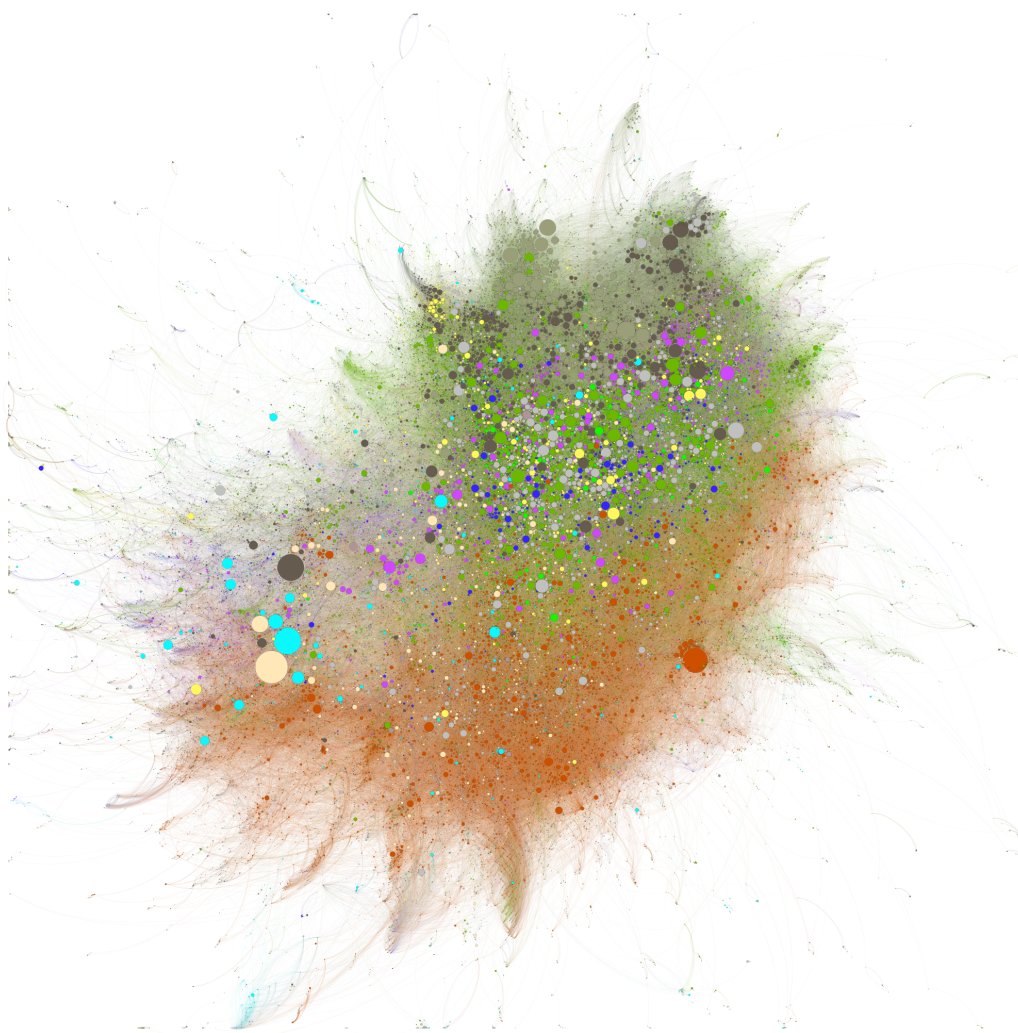


Figure 9: COVID-19 研究人员之间的研究合作。研究人员按主要的 RCRC 类别着色。临床研究（绿色）、传染病学（橙色），肿瘤学（深棕色），遗传学（浅棕色）、心血管（橄榄色）、呼吸系统（深蓝色），消化系统疾病（紫色），神经科学（黄色）和生物工程（浅蓝色）聚类主要基于共同作者的接近程度。节点大小取决于研究人员整个研究生涯中的出版物数量

图 10 与图 9 形状相同，但研究人员按当前附属机构所在国家/地区着色。在图 10 中我们可以发现聚类，或者网络的整体结构受地理合作的影响明显高于领域合作。这完全符合图 7 中提示的高比例的国内合作，在图 8 中我们甚至看到单机构研究仍然占了非常大的比重。在图 10 中我们可以看到，每个主要的 COVID 研究国家/地区都有其独特的“带状”合作结构：左侧是中国（浅蓝色），与美国（绿色）的合作最为紧密，而美国（绿色）则与英国（橙色）和德国（深蓝色）融合程度较高，后两者又与法国（粉红色）和意大利（黄色）结合在一起。欧洲国家之间融合程度较高，英国的各方合作尤为突出，因此在图片中更为分散。

图 9 和图 10 都非常复杂，三言两语很难解释清楚。但我们可以从下面这个角度对其进行解读。图中每位研究人员都发表了 COVID-19 论文，我们已经根据他们既往以及在 COVID-19 研究中的合作对其进行了聚类，我们可以给每个合作关系标注颜色：如果两个研究人员之间的合作不涉及 COVID-19，那么这条合作关系就被标为灰色；如果合作的确涉及了 COVID-19，合作关系就被标为红色。想要了解诸



Figure 10: 与图 9 相同类似，但研究人员按当前附属机构所在国家/地区着色。中国（浅蓝色）、美国（绿色）、英国（橙色）、德国（深蓝色）、法国（粉红色）和意大利（黄色）

多合作关系中究竟有多少是由 COVID-19 而起，我们只需要了解灰色关系和红色关系的比例即可。我们发现 57% 的合作与 COVID-19 相关（如果只考虑资深研究人员，这个比例会下降到 45%）。因此，COVID-19 带来了许多新的合作，同时又巩固了原有的合作网络。

这恰恰是疾病建模者和流行病学家在基于病原体的模型中研究疾病传播的思维方式。只不过在这种情况下，疾病是“COVID-19 相关研究”，暴露将始于“从媒体或研究文献中阅读某些内容”，感染是“开始研究”，而康复是“发表一篇论文”。疾病建模技术确实有助于了解 COVID-19 这个微观世界中新兴的研究社会学。

在本节结尾，我们来看下 COVID 研究促成的领域合作。在探索新领域时，研究人员往往需要获得新技能，其中一种方法就是合作。研究跨学科合作可能特别有趣。图 11 显示了 COVID 研究领域的“学科

交叉点”，这是这些新的合作推动了一篇篇 COVID 论文的发表。图中每个像素或交叉点的颜色由之前未曾进行合作的研究人员数量及其主要研究领域决定。因此，如果两个研究人员以前从未进行过合作研究，其中一个人是心理学家（17），另一个是医务人员（11），他们的 COVID 合作将影响 17/11 交叉点（还有 11/17 交叉点）的颜色。新合作与既往合作的比例决定了交叉点的颜色。请注意，这意味着所有交叉点都已经进行了标准化处理——某些交叉点论文的数量可能很小；但为了去除研究过少的影响，我们将研究人员人数的下限设在 10 位。像素并不能完全反映原始数据，就好比某一领域的论文数量采用不同的标准化方法结果可能不同一样。请注意，在一个域中文章数量的归一化与在另一个方向上的归一化不同的意义上，像素没有完全镜像相同。因此，在某些情况下，人数下限设置可能会让某个组合的交叉点变灰，也可能影响交叉点的颜色强度。

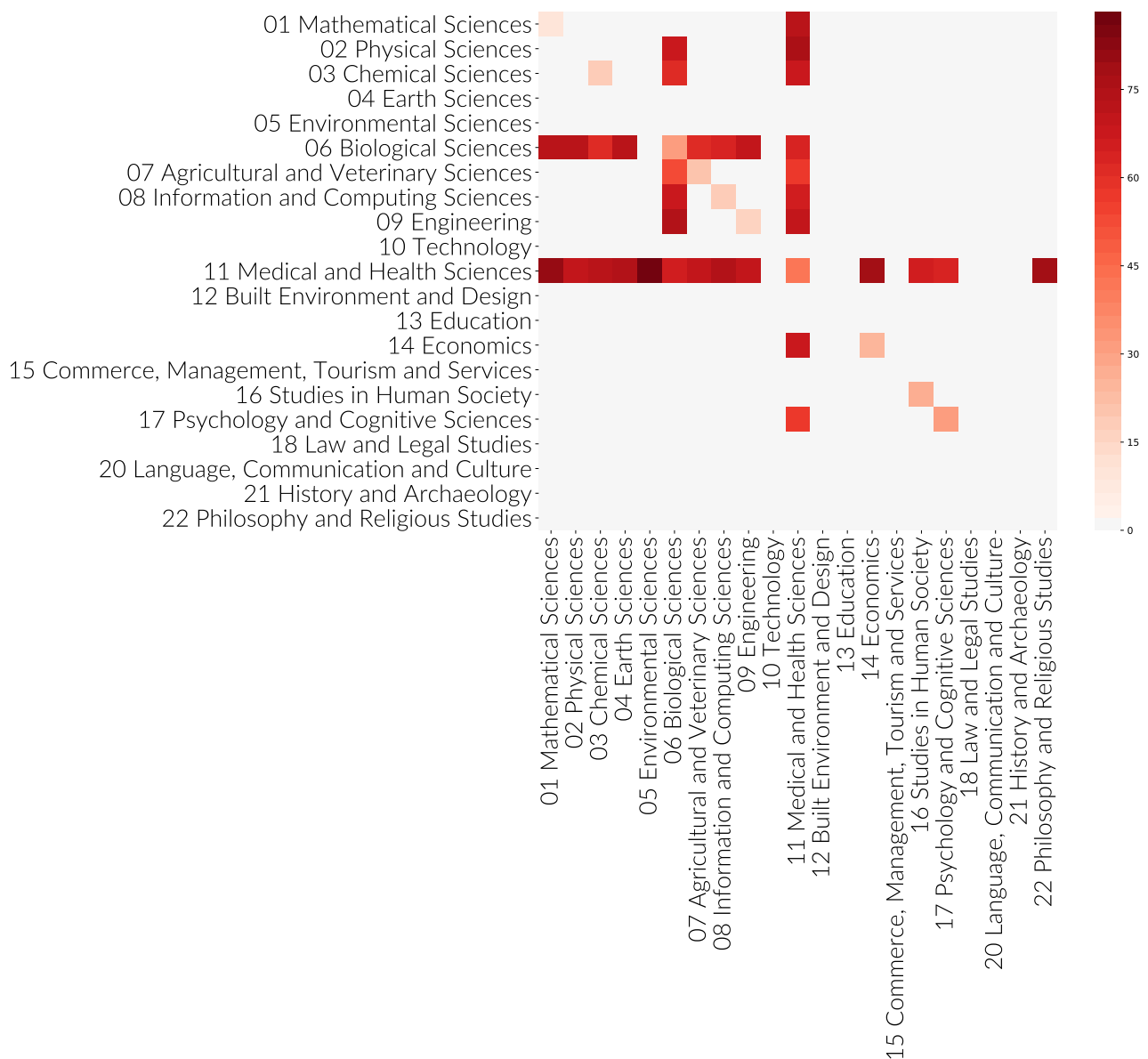


Figure 11: 学科交叉领域新研究合作比例。每个像素点（交叉点）的颜色深度代表了 COVID 新产生的研究合作关系与既往合作关系的比例。纳入的研究人员每人都会有一个主要研究领域，两两配对便形成了交叉点。每个交叉点设置了 10 人的人员下限以避免合作关系过少对结果产生影响

这张热点图有三个显著特征：首先，有一个同领域新合作不断出现的背景（即左上到右下的粉红色像素）；其次，医学和生物科学领域与其他各领域的合作越来越广泛；第三，除了医学/生物学以外，其他领域之间的合作并未显著增加。

4 COVID 研究的资助情况

在之前的章节中我们了解了 COVID 相关研究论文的发表和引用情况，因为这很显然是学术交流基础设施中发展最快的部分。但在过去的五个月里，资助机构很快掌握了当下局势，进而开始分配研究资金，大部分国家都设立了特别资助项目以资助国内的研究项目。国际层面也逐步出现了各类框架和协议承诺为 COVID 研究持续提供资金 [Wintour, 2020]。

COVID 疫苗开发将是研究热点，因此很难确定具体的研究数量。但是，根据 Dimensions 的数据，截至本文撰写时，公共研究机构的 COVID 相关研究已收到了 156 笔资助，总计超过 2080 万美元。这个数目尚不足以看出任何具体的趋势，但我们可以利用既往研究资助的数据对该领域的研究资助状况建立初步认识。

“根据 Dimensions 的数据，截至本文撰写时，公共研究机构的 COVID 相关研究已收到了 156 笔资助，总计超过 2080 万美元”

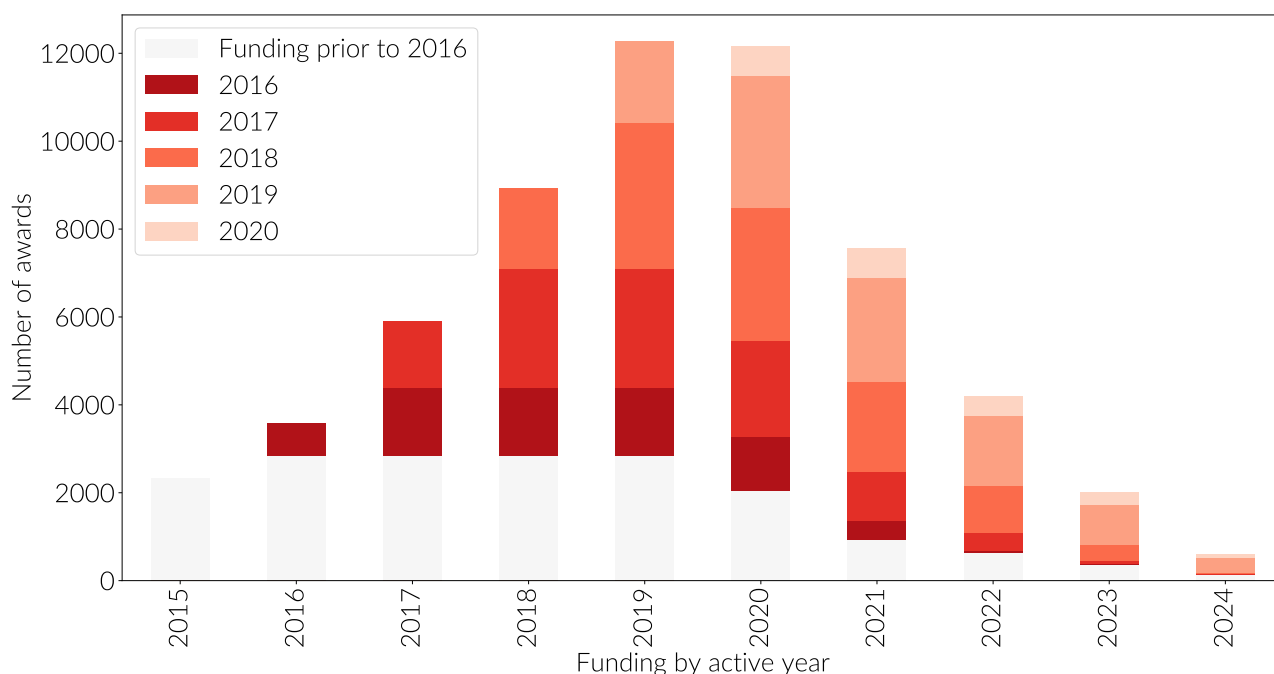


Figure 12: COVID 研究人员既往的受资助情况。不同颜色表示不同年份取得的资助

上一章节提到根据论文发表情况确定“COVID 相关研究人员”，图 12 就对这些研究人员目前仍在有效期内的资助项目数量进行了统计。如果研究人员既往曾获得过研究资助，那么 Dimensions 中便会有资助记录。我们利用目前仍在有效期内的资助项目及其起始和终止日期可以作出一张资助情况热点图，这便是图 12。我们可以看到，2020 年，纳入的研究人员仍在有效期内的资助项目总数量为 11000 项，其中 1800 项是在 2015 年获得的，1000 项是在 2016 年获得的，依此类推。很多情况下，前一年授予的资助会在下一年正式启动，因此前后两年的色块大小会有细微出入。随着时间推进，资助项目会逐个终止，代表该年的色块也会逐渐缩小。

从这张图中我们可以看到，研究人员有很多仍在有效期内的资助项目，因此不需要依赖数额并不大的专用经费。此外，图 12 还能够

告诉我们研究人员开展 COVID-19 相关研究的精力和资源来自何处。2020 年尚在有效期内的资助项目有 2/5 会在 2021 年结题，这意味着将有大把新的资源和时间可以投入 COVID 相关研究；另外，2019 年和 2020 年启动的资助项目大都处于研究早期因此比较容易转换研究方向；剩下的 2/5 在研项目的研究方向在 2022 年结题前则相对难以调整。

“AI 研究人员可能是后 COVID 时代最有价值的合作者”

5 COVID 相关研究转化

鉴于疫苗开发是目前的研究重点，COVID-19 研究向生产转化的重要中间阶段就是临床试验。Dimensions 将临床试验汇总到核心数据集中，分析起来非常方便。

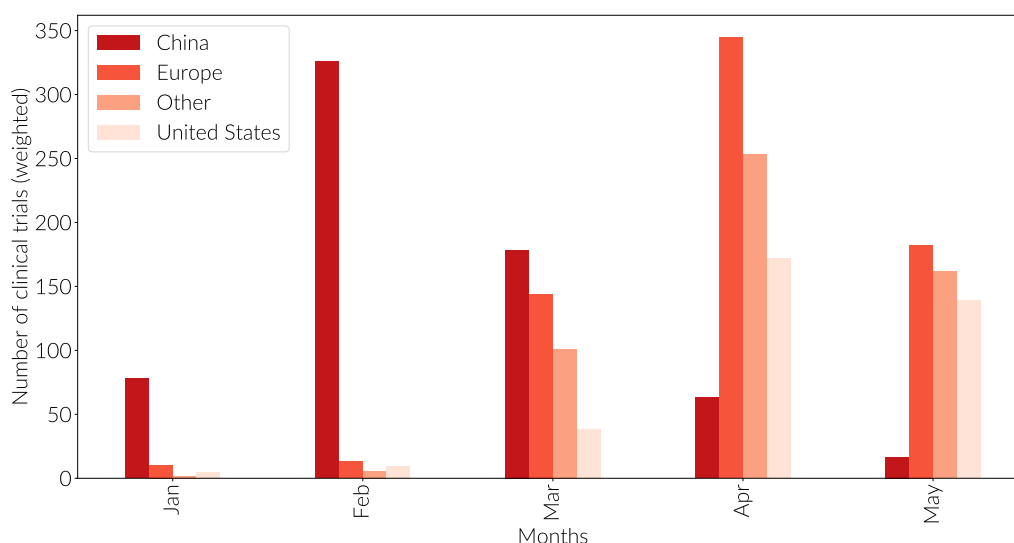


Figure 13: 不同国家/地区每月资助的新临床试验项目。如果是合作项目，则在合作国家/地区间进行分配（纵轴）。欧洲地区包括欧盟 27 国、挪威，瑞士和英国

图 13 提示了中国对于疫情的反应速度非常之快，他们在 1 月份就开展了首个临床研究。图 13 展示各个国家每个月新增的临床研究项目数，如果是合作项目，则在合作国家间进行分配。1-2 月大部分临床试验都由中国出资资助，但 3 月开始中国的新增临床研究项目数开始逐步下降。欧洲和美国也有类似的趋势，只不过他们起步晚了 2 个月而已。

除了这些临床试验资料外，我们还希望找到那些充分了解 COVID-19 疫苗动态的研究人员。在如此短的时间内出现了大量 COVID-19 相关研究，迅速了解领域进展动态变得愈发困难。随着时间的流逝，那些最活跃的、在高影响力期刊上发表研究的、发表的论文能够引起学术界或媒体兴趣的，或者仅仅是那些坚持不懈从一而终的研究人员终究会浮现。但短期内，我们需要求助于不同的替代指标找到这些特别的研究人员。譬如，如果我们希望找到那些正在研究药物研发相关分子或手段且可能应用于 COVID-19 的研究，那我们就得回顾既往的数据找寻线索。

我们可以假设，学术界的大多数领先研究人员均来自资金雄厚的研究

机构，且该机构对相关领域的研究已有年头。上一章节中，汇总分析帮我们找到了那些持续稳定获得研究资助的研究人员。我们当然可以用这种方法显著缩小我们的搜索范围，但我们也可以通过查看专利数据获得想要的结果。临床试验数据仍然会提供一些有趣的趋势信息，但我们不妨扩大搜索范围，寻找活跃于更广泛领域的研究人员。例如，人工智能研究已被用于寻找 COVID-19 的疫苗 [Trafton et al., 2020]，最重要的结果可能不是近期成果产出，而是长期目标，比如例如应运而生的 AI 或许对疫苗研发有着更好的全局把控。对医学问题感兴趣的 AI 研究人员可能是后 COVID 时代最有价值的合作者。

为了证明我们的方法，我们将研究范围缩小到疫苗研究，寻找目标是那些已发表多篇 COVID-19 论文且其论文已被疫苗相关专利引用的研究人员。使用英国临床研究合作组织（UKCRC）的健康研究分类

Researcher	Current Institution	#1	#2
Yoshihiro Kawaoka	University of Tokyo	25	7
Barney S. Graham	National Institute of Allergy and Infectious D...	17	6
Alessandro Sette	University of California, San Diego	14	6
Ralph S. Baric	University of North Carolina at Chapel Hill	9	12
Michael S. Diamond	Washington University in St. Louis	8	6
Edward C. Holmes	University of Sydney	7	11
Takaji Wakita	National Institute of Infectious Diseases	6	5
Slobodan Paessler	The University of Texas Medical Branch at Galv...	4	9
Nicola Decaro	University of Bari Aldo Moro	4	5
Azaibi Tamin	Centers for Disease Control and Prevention	3	8
Li Feng	Harbin Veterinary Research Institute	3	8

Table 5: 发表过 COVID 相关论文且被疫苗专利引用过的研究人员。列 1: 被疫苗专利引用的次数；列 2: 发表的 COVID 相关论文数目

系统（Dimensions 中众多可使用的研究分类系统之一），我们找到了 5,900 项与疫苗研究相关的专利。这些专利共引用了 8,236 篇出版物。我们将这些出版物的作者与从事 COVID 研究的研究人员数据库进行比对。表 5 列出了我们找到的已经发表 4 篇以上 COVID-19 相关论文的研究人员，并选取了其中被疫苗专利引用次数最多的 10 名研究人员。

随后我们又进行了更深的数据挖掘，我们统计了每位 COVID-19 研究人员过往的论文发表情况，试图寻找其与生物医药公司的合作情况。表 6 列出了 COVID 相关出版物超过五个的顶级研究人员，按与商业公司合作论文数目多少进行排序。

Researcher	Institution	#1	#2
Alessandro D Sette	University of California, San Diego	6	57
Vladimir N Uversky	University of South Florida	6	12
Rolf Hilgenfeld	University of Lübeck	6	11
Kenji Hashimoto	Center for Forensic Mental Health, Chiba Unive...	6	9
Claudio Ronco	Ospedale San Bortolo	9	8
Giuseppe Curigliano	University of Milan	7	5
Emmie De Wit	National Institute of Allergy and Infectious D...	10	3
Nanshan S Zhong	First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical...	8	3
Oliver George Pybus	University of Oxford	6	3
Philippe Colson	Méditerranée Infection Foundation	16	2
Ludger Klimek	Zentrum für Rhinologie und Allergologie	10	2

Table 6: 与生物医药公司存在合作关系的 COVID-19 研究人员。列 1: 发表的 COVID-19 相关论文数量；列 2: 与商业公司合作发表的论文数量

6 讨论

我们生活在一个有趣的时代。COVID-19 传播速度之快及其在某些人群中的严重程度，不仅引起了公共卫生和政策的大规模变动，而且如上所述，在短短数月中给学术研究界带来了史无前例的震动。COVID-19 研究的终极目标是疫苗研发，迄今为止，这还是一项需要病毒学家、免疫学家、遗传学家、呼吸病学家、心脏病学家共同参与的复杂研究工作。流行病学家及其构建的模型对于卫生政策的重要性再次为大家所认识，此外他们还以几十年来未曾有过的方式进入了公众视野。心理健康专家和经济学家也被卷入其中，因为公共卫生措施应对不及时给整个社会带来了广泛的影响。同时，AI 兴起，成为支持以上（和其他）领域研究的有力工具。

当研究人员忙于应对疫苗、公共卫生、精神卫生、经济及许多其他相关棘手问题时，决策者们逐步意识到当今时代面临的诸多重大挑战。接下来的许多斗争将是关于意识形态的，涉及包括不匿名自由、活动自由，工作权、知情权等各项基本权利。

COVID-19 疫情爆发前，AI 工业革命已经带来了巨大而广泛的技术、社会和经济变革。COVID-19 无疑将加速 AI 革命在某些方面的进展：在人类无法工作的地方，机器人可以作为安全的替代工具；AI 可以接手热线电话中心；线上视频会议流行程度急速上升；送餐服务普及程度再创新高；大学线上授课等。我们的社会结构正在发生急剧变化，这些变化在过去可能需要数年，而当今的形势下却只用了短短数月。

“在 COVID-19 研究领域，所有学术交流中正在发生的变化统统被加速。在这种极端情况下，开放获取模式、快速同行评审，预印本和新一代搜索技术的表现均极为突出”

风起云涌的时代固然很迷人，但也充满了不确定性。保持社交距离、视频会议、在家工作等新现状可能会动摇大学和研究部门的基础。国际合作研究是否还会继续？如果短期内机票价格持续超过学术部门可承受的范围，现有的技术设备及手段是否足以支持研究人员远程合作呢？未来研究经费是否会增加以应对亟待解决的关键问题，还是会因为财政问题进一步压缩？大学是否还能继续依靠国际学生，亦或是抓住 AI 时代所需的继续教育？经济是否会朝着“绿色重启”迈进，研究重点也与相应政策保持一致，以可持续发展为目标？公司是否会通过这一契机意识到增加研究投资的重要性，又或者出于其新的由利益相关者的职责，以更公开的方式分享其研究结果，与 Mazzucato《企业型回家》一书中说的恰恰相反 [Mazzucato, 2013]？

总而言之，我们的研究发现，在 COVID-19 研究领域，所有学术交流中正在发生的变化统统被加速。在这种极端情况下，开放获取模式、快速同行评审，预印本和新一代搜索技术的表现均极为突出。从某种意义上说，COVID-19 是一个自然的实验：让我们看到未来学术交流的缩影。这篇报告并非出于讥诮或投机取巧，而是我们发现 COVID 研究的结果可能会在未来几年中让整个研究受益。COVID 研究领域或许就是个学术交流手段试错平台，希望通过这次经历我们能够学会如何在未来应对类似的情况。

“从某种意义上说，COVID-19 是一个自然的实验：让我们看到未来学术交流的缩影”

可重复性声明

本报告中的数据 [Porter and Hook, 2020] 和代码 [Porter, 2020] 均对外公开。本报告中所有的数据分析均使用 Dimensions Analytics API <https://www.dimensions.ai/dimensions-apis/>

References

- Jeffrey Brainard. Scientists are drowning in COVID-19 papers. Can new tools keep them afloat? *Science*, May 2020. URL <https://doi.org/10.1126/science.abc7839>.
- David Carr. Coronavirus (COVID-19): sharing research data, January 2020a. URL <https://wellcome.ac.uk/coronavirus-covid-19/open-data>.
- David Carr. Publishers make coronavirus (COVID-19) content freely available and reusable, March 2020b. URL <https://wellcome.ac.uk/press-release/publishers-make-coronavirus-covid-19-content-freely-available-and-reusable>.
- Andrea Chiarelli, Rob Johnson, Stephen Pinfield, and Emma Richens. Preprints and Scholarly Communication: An Exploratory Qualitative Study of Adoption, Practices, Drivers and Barriers. *F1000Research*, 8:971, November 2019. URL <https://doi.org/10.12688/f1000research.19619.2>.
- Giovanni Colavizza, Rodrigo Costas, Vincent A. Traag, Nees Jan van Eck, Thed van Leeuwen, and Ludo Waltman. A scientometric overview of COVID-19. Technical report, Scientific Communication and Education, April 2020. URL <https://doi.org/10.1101/2020.04.20.046144>.
- Gavan Conlon. Impact of the Covid-19 Pandemic on University Finances. Technical report, London Economics, May 2020.
- Nick Davis. *Future Ready: A Changemaker's Guide to the Exponential Revolution*. Reaching the Future Faster, LLC, March 2020. ISBN 978-1-5445-0758-3.
- Gemma Derrick. How COVID-19 lockdowns could lead to a kinder research culture. *Nature*, 581(7806):107–108, May 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01144-8>.
- Michael B Eisen, Anna Akhmanova, Timothy E Behrens, and Detlef Weigel. Publishing in the time of COVID-19. *eLife*, 9:e57162, March 2020. URL <https://doi.org/10.7554/eLife.57162>.
- Caroline Flammer, Bryan Hong, and Dylan Minor. Corporate Governance and the Rise of Integrating CSR Criteria in Executive Compensation. *Academy of Management Proceedings*, 2017(1):11206, August 2017. URL <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2017.136>.
- Carl Benedikt Frey. *The Technology Trap*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, June 2019. ISBN 978-0-691-17279-8.

Caroline V. Fry, Xiaojing Cai, Yi Zhang, and Caroline Wagner. Consolidation in a Crisis: Patterns of International Collaboration in COVID-19 Research. *SSRN Electronic Journal*, 2020. URL <https://doi.org/10.2139/ssrn.3595455>.

Daniel Hook and Simon Porter. How Covid-19 is changing research culture, May 2020. URL <https://www.researchprofessionalnews.com/rr-news-uk-views-of-the-uk-2020-5-how-covid-19-is-changing-research-culture/>.

Michael A. Johansson and Daniela Saderi. Open peer-review platform for COVID-19 preprints. *Nature*, 579(7797):29–29, March 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00613-4>.

Michiko Kakutani. *The Death of Truth*. William Collins, July 2018. ISBN 978-0-00-831278-7.

Robert Kiley. Open access: how COVID-19 will change the way research findings are shared, May 2020. URL <https://wellcome.ac.uk/news/open-access-how-covid-19-will-change-way-research-findings-are-shared>.

Diana Kwon. How swamped preprint servers are blocking bad coronavirus research. *Nature*, 581(7807):130–131, May 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01394-6>.

Vincent Larivière, Fei Shu, and Cassidy R. Sugimoto. The Coronavirus (COVID-19) outbreak highlights serious deficiencies in scholarly communication, March 2020. URL <https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2020/03/05/the-coronavirus-covid-19-outbreak-highlights-serious-deficiencies-in-scholarly-communication/>.

Kai-Fu Lee. *AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt, September 2018. ISBN 978-1-328-54639-5.

Soomi Lee. Why an emergency Universal Basic Income makes sense during the Covid-19 pandemic, March 2020. URL <https://blogs.lse.ac.uk/usappblog/2020/03/24/why-an-emergency-universal-basic-income-makes-sense-during-the-covid-19-pandemic/>.

Mariana Mazzucato. *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Anthem Press, London ; New York, first edition edition, June 2013. ISBN 978-0-85728-252-1.

Alessandra Minello. The pandemic and the female academic. *Nature*, April 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01135-9>.

Tom Nichols. *The Death of Expertise: The Campaign Against Established Knowledge and Why it Matters*. OUP USA, New York, NY, April 2017. ISBN 978-0-19-046941-2.

Simon Porter. Code for responding to covid-19 - cultural changes and landscape trends in the global research system, May 2020. URL <https://doi.org/10.34747/z3d2-3y36>.

Simon Porter and Daniel Hook. Datasets for responding to covid-19 - cultural changes and landscape trends in the global research system, May 2020. URL <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.4997174>.

Kate Raworth. *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, Vermont, March 2017. ISBN 978-1-60358-674-0.

Magdalena Skipper. Researchers: show world leaders how to behave in a crisis. *Nature*, 580(7801):7–7, April 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00926-4>.

Daniel Torres-Salinas, Nicolas Robinson-Garcia, and Pedro A. Castillo-Valdivieso. Open Access and Altmetrics in the pandemic age: Forecast analysis on COVID-19 literature. Technical report, Scientific Communication and Education, April 2020. URL <https://doi.org/10.1101/2020.04.23.057307>.

Anne Trafton, Jennifer Chu, and David L Chandler. Covid-19 diagnostic based on MIT technology might be tested on patient samples soon, 2020. URL <http://news.mit.edu/2020/covid-19-diagnostic-test-prevention-0312>. Library Catalog: news.mit.edu.

Giuliana Viglione. Are women publishing less during the pandemic? Here's what the data say. *Nature*, pages d41586–020–01294–9, May 2020. URL <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01294-9>.

Juergen Wastl, Simon Porter, Hélène Draux, Briony Fane, and Daniel Hook. Contextualizing Sustainable Development Research. Technical report, Digital Science, 2020. URL <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.12200081.V2>.

Patrick Wintour. World leaders pledge €7.4bn to research Covid-19 vaccine. *The Guardian*, May 2020. URL <https://www.theguardian.com/world/2020/may/04/world-leaders-pledge-74bn-euros-to-research-covid-19-vaccine>.

Part of **DIGITAL**science

