

● 作者/Elsa B. Kania and Wilson VornDick ● 譯者/余振國 ● 審者/黃依歆

中共「軍民融合」與生物科技

China's Military Biotech Frontier: CRISPR, Military-Civil Fusion, and the New Revolution in Military Affairs

取材/2019年10月8日美國詹姆斯頓基金會網站專文(*China Brief*, October 8/2019)

在生技領域上，當中共整合學術、軍事與商業資源，尋求擴大全球研究合作之際，他國夥伴必須留心其意圖與參與動機。儘管生醫研究無疑能創造突破性成果，但倫理議題仍須謹慎面對，對國家安全的影響亦須嚴加戒備。

前言

中共「軍民融合」的國家戰略已將生物學列為優先發展項目，¹ 因此其正尋求利用「生物交叉」科技在國防、科學和商業發展獲得綜效，就不足為奇了。中共的軍方科學家與戰略家已經不斷強調生物科技在「軍事革命未來發展中，具有重要戰略性」(PLA Daily, October 2015)。雖然中共並非唯一承認生物科技在未來戰場潛力的國家，但中共的研究方式試圖整合產業界、學術機構及軍事計畫，包含透過研究合作與採購取得軍民兩用的商用科技，此一種手段特別引人注目。尤其中共目前是CRISPR-Cas科技的先驅，這種新型的基因編輯技術即便尚有諸多限制，依然展現其獨特的潛力與準確度。²

軍事革命的生物面向

中共軍方官員與科學家均預期目前生物學的進展，將有助於戰爭性質的轉變。共軍的高階軍官

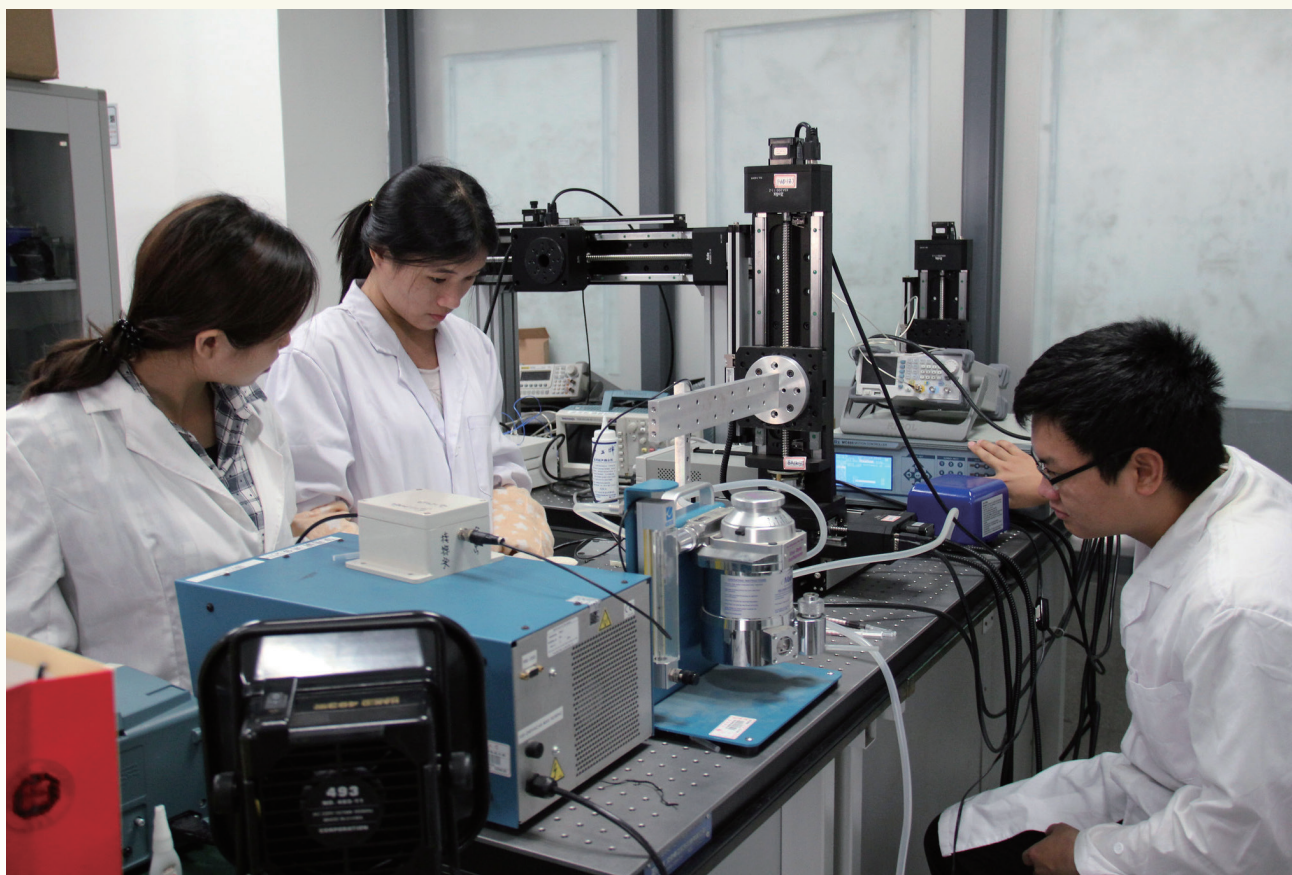
與學者確實不只聚焦於「國家生物安全防禦」在抵抗感染性疾病方面的能力，同時也重視探索生物科技的軍事潛力，甚至是攻擊應用(*China News Network*, February 15, 2012; Ministry of Science and Technology, April 18)。³ 譬如共軍第三軍醫大學的郭繼衛大校與人合著的《制生權戰爭》，內容探討生物科技對軍事革命的影響。⁴ 「制生權」可以解釋為「生物主宰」(biological dominance)或是「生物學優勢」(superiority in biology)，這個概念在共軍對未來戰爭各種權威層級的著述中愈來愈常見。⁵

其中，前共軍軍事醫學研究院院長、現任軍事科學院副院長賀福初少將，長期以來就一直是推動生物科技軍事化的主事者。賀少將預期「現代生物科技整合資訊、奈米科技及認知等領域，將會對武器與裝備、戰鬥空間、戰爭形態及軍事理論產生革命性的影響」(*Reference News*, August 24, 2017)。因此，根據這項新的「軍事革命」，

在未來戰場中致勝需要的是「制生權」，而戰爭的「生物疆域」將會是運用新方式作戰的全新領域。在革命的過程中，隨著如腦機介面(brain-machine interface)這類技術的進步，可能在未來的戰鬥平臺上實現「人機一體化」。例如，軍事醫學研究院的研究員已經與企業「酷成長」合作，該公司專門研發一系列腦波產品以生產腦機介面，研究運用人工智慧來解讀生物訊號(Economics Daily, December 25, 2017; Sina, December 28, 2017)。

共軍研究人員也已密切檢視美國的各種計畫

與國際的研發成果，這似乎對中共目前的發展方向有著引導或激發作用。例如美國國防先進研究計畫局(DARPA)成立生物科技辦公室時，就引起了中共的注意。同時共軍學者也檢視了外來的俄羅斯「殭屍槍」，這種以電磁輻射為基礎所打造的武器，據傳參考了以色列針對阿拉伯人採取的基因武器計畫(Sohu, 2012)。⁶ 對於這些國外計畫的特別關注，以及中共自己歷史上曾發生的悲劇，似乎沒有讓共軍在思考這些武器的攻擊用途時瞻前顧後。⁷ 雖然這些關於「基因武器」的論述不能被當作是官方準則或正規作戰概念，但當多



中共積極發展生物科技，並試圖整合至產業與軍事計畫中。(Source: Flickr/Can Pac Swire)



2017年11月10日《解放軍報》上的一篇文章〈基因武器如何影響未來戰爭〉。
(Source: Baijiahao)

位來自具影響力機構的共軍學者與科學家皆發表了十分雷同的議題時，這就值得注意了。

某些有關「生物領域的軍事衝突」之討論特別讓人憂心。例如雖然有軍事專家認為「生物民族主義」(ethic bionation)的概念有誤，但似乎在共軍的官方教科書仍提到「特定種族基因攻擊」的可能性(China News, July 19, 2018)。⁸ 根據共軍國防大學的前校長張仕波上將所言，當今生物科技的進展創造了做出「毒性更猛、傳染力更強、抗藥性更高」的新合成病原體

的可能性。⁹ 共軍軍事醫學研究院的某位研究員更提到「很明顯的，基因武器比傳統生物武器具備更多優點」(China Military Network, November 10, 2017)。其中特別是經過武器化的CRISPR預期將變得更致命、更精準，進而會改變未來戰爭的進行方向，儘管使用該武器本質上就存有風險，且新技術現階段仍有所限制也是如此。從長期來看，基因武器的功能將會偏向「戰略嚇阻」，而軍事醫學研究院研究員也警告「蓄意濫用基因武器將對全人類造

成無法預測的災難」(China Military Network, November 10, 2017)。根據共軍目前進行中的學術與商業研究來看，這類對於未來效能的理論與推測，有可能成真。

中共的CRISPR研究

以最基本的層面而論，CRISPR是一個基因編輯工具，這種既準確又有效的編改技術有著極大的潛力。¹⁰ 從一開始在各種學術機構與企業內的中共科學家，就是實驗這項技術的先驅，其中包括管理中共「國家基因庫」的華大基因公司。¹¹ 中共在CRISPR的研究上，已經將基因編輯技術快速進展到動物及人類的臨床試驗階段，部分原因是由於中共在醫學研究的法律規範較為寬鬆。¹² 例如目前至少有14項CRISPR試驗正在地方醫院進行中，這些試驗主要用在探索這項技術治療癌症的可能性。¹³ 但引人注意的是，這些正在進行的試驗中有五項牽涉到隸屬共軍的醫學機構，包含共軍總醫院與軍事醫學研究院。¹⁴

至今，使用CRISPR技術在動物上是中共在此領域研究中非

常重要的項目。¹⁵ 例如為了器官移植而使用基因改造動物去培育近似人類的器官，這當中不僅有利可圖，也能在醫療上解決器官短缺的問題(Bloomberg, August 10)。使用此技術創造出肌肉高度發達的警犬，也證明了基因編輯動物有助國家實現高壓統治(MIT Review, October 19, 2015)。於此同時，華大基因也試圖行銷如「迷你豬」這類複製或基因編輯動物作為寵物，北京希諾谷生物科技公司也複製了一些犬隻，用來當作寵物與執行警務(Netease S&T, August

22)。中共研究者已經掌握如何運用基因編輯動物，以進一步改造成適合研究人類疾病與特質的模組，像是研究智商。例如中共「腦計畫」的主要設計者蒲慕明，已經在位於上海的中共科學院神經科學研究所進行獼猴的複製與基因改造，將牠們「客製化」以符合特定研究需求。¹⁶ 比方說利用CRISPR技術讓BMAL1基因(與生物的晝夜節律有關的基因)無法運作，使神經科學研究所團隊得以研究相關疾病並創造失調症狀，例如睡眠障礙與憂鬱症。¹⁷

雖然CRISPR技術在醫學與農業的用途上有許多讓人振奮且明顯有益的應用，但在其他領域上中共的相關研究則引起了道德與安全上的爭議。¹⁸ 惡名昭彰的例子是，第一批接受基因工程而誕生的人類就是在中共出生，生物學家賀建奎為了讓一對雙胞胎嬰兒對人類免疫缺乏病毒(HIV)免疫，而移除了他們的CCR5基因。¹⁹ 但是某些科學家也在猜測，賀建奎是為了強化這對嬰兒的認知能力而移除該基因，因為這是該改造工程的附加優勢(MIT Review, Feb-



生物學家賀建奎因製造基因編輯嬰兒而遭到批評。(Source: 達志/AP)

ruary 21)。賀建奎對道德倫理的侵犯受到來自中共與世界各地科學社群的譴責，也推動了立法管制人類基因編輯的行動。²⁰ 同時，軍事、學術及商業研究方向的整合似乎也在進行中。例如華大基因公司跟共軍國防科技大學研究人員共同合作，包括各種合著出版品、設計CRISPR技術的工具，雖然這樣的合作不令人意外，但依然值得注意。²¹ 這位仍與共軍國防科技大學維持關係的前教授，他也接受華大基因公司派任研究生物資訊學(運用超級電腦處理大量基因資訊)的教授職位。

目前，儘管利用CRISPR增強人類未來戰鬥的

可能性還在假設階段，但已經有跡象顯示，共軍研究人員已開始研究其潛力。基因工程在材料科學上能有多種軍事應用，如在航海與航空領域方面。然而，當中共中央軍委科學技術委員會也開始支持強化人類機能及「新概念」的生技研究時，這些交錯的利益行為就值得我們的關注與斟酌。例如，一篇發表於2016年〈人效能增強技術的評估與研究〉博士論文中，就預見CRISPR會成為三大「人效能增強技術」之一，可以用來強化人類的戰鬥效率。這位研究者強調因為CRISPR具有作為「顛覆性」科技的「巨大潛能」，因此中共必

註釋

1. 參閱《「十三五」科技軍民融合發展專項規劃》全文，<http://www.aisixiang.com/data/106161.html>。有關此規劃的更多資訊，請參閱《「十三五」科技軍民融合發展專項規劃》熱點問題權威解讀，新華社，2017年8月23日，http://www.mod.gov.cn/regulatory/2017-08/23/content_4789748.htm。
2. CRISPR是Clustering Regular Interval Short Palindromic Repeats的縮寫，該技術可如剪刀般運作用來精確編輯基因組，其中文翻譯為：成簇規律間隔短回文重複序列。關於CRISPR的更多資訊，請參閱Ran, F. Ann, Patrick D. Hsu, Jason Wright, Vineeta Agarwala, David A. Scott, and Feng Zhang, "Genome engineering using the CRISPR-Cas9 system," *Nature Protocols*, vol. 8, no. 11 (2013), pp. 2281.
3. 郭繼衛、李洪軍，〈試析現代生物科技對未來戰爭形式模式的影響〉，《中國軍事科學》2016年11月，第3期，31-36頁。另請參閱郭繼衛、李洪軍，「現代生物科學推動戰爭形態演變的思考」，《軍事醫學》，2016年第1期，1-6頁。
4. 郭繼衛，《制生權戰爭》，新華出版社，2010年。
5. 請參閱最近一篇翻譯和解讀該概念的文章：易比一、李翔、黃世亮、雷二慶，〈制生權概念研究〉，《軍事醫學》，第42卷第1期，2018年1月。
6. 張仕波，〈戰爭新高地〉，國防大學出版社，2017年1月，232頁。
7. For historical contextualization, see: Peter Williams and David Wallace. *Unit 731: Japan's secret biological warfare in World War II*. New York: Free Press, 1989.
8. Surprisingly number of prominent individuals have highlighted this as a possibility: Elsa Kania and WilsonVornDick, "Weaponizing Biotech: How China's Military Is Preparing for a 'New Domain of Warfare,'" *Defense One*, August 14, 2019, <https://www.defenseone.com/ideas/2019/08/chinas-military-pursuing-biotech/159167/?oref=d-river>。張仕波，戰爭新高地；肖天亮主編，戰略學，國防大學出版社，2017年。
9. 張仕波，戰爭新高地，國防大學出版社，2017年1月，234頁。
10. 有時CRISPR字尾會出現CAS和一個數字與字母組成的序列，例如「CAS-12b」。該串詞彙指涉特定種類的酶，例如「關聯蛋白12b」，或「CRISPR關聯蛋白12b」。通常，全球媒體報導和科學著述中普遍使用精簡後的通用詞彙CRISPR。
11. Li Jinsong and Caixia Gao. "Preface to the special topic on genome editing research in China." *National Science Review* 6, no. 3 (2019): 389-390.
12. See, for instance: Yangyang Cheng, "China Will Always Be Bad at Bioethics," *Foreign Policy*, April 13, 2018, <https://foreignpolicy.com/2018/04/13/china-will-always->

須「把握先機」。

結論

無論如何，現今的生物科技面臨革命性的進展，而不管是在醫學、軍事用途、或國家綜合競爭力等方面，這項科技的戰略用途才剛開始被人們注意到。²² 如今中共正在積極探索這類生物跨域科技：從CRISPR的重大發展，到仿生機器人、智慧化外骨骼，以及人機協作技術。因此，當中共的大學與企業在此領域尋求投資，並擴大全球研究合作之際，與中共合作的國外夥伴必須要留意中

共研究者的意圖與參與動機。例如，儘管生物醫學研究能在醫學與治療學上創造可觀的應用，但吾人需注意這些研究交流對道德倫理與國家安全造成的外在影響。²³ 從現在開始，這些趨勢將需要持續分析與留意。

作者簡介

Elsa Kania係新美國安全中心科技與國家安全計畫兼任高級研究員。Wilson VornDick為杜高公司(Duco)和拉恩公司(Rane)提供有關國家安全、新興科技和中共議題的諮詢。

Reprint from *The Jamestown Foundation* with permission.

- be-bad-at-bioethics/.
13. For instance, see this study: “Study of PD-1 Gene-knocked Out Mesothelin-directed CAR-T Cells With the Conditioning of PC in Mesothelin Positive Multiple Solid Tumors”, <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03747965?term=CRISPR&entry=CN&rank=7>.
 14. See: “14 Studies found for: CRISPR | China,” undated, <https://clinicaltrials.gov/ct2/results?cond=&term=CRISPR&entry=CN&state=&city=&dist=>.
 15. For a more detailed assessment, see: Sara Reardon, “Welcome to the CRISPR zoo,” *Nature News* 531, no. 7593 (2016): pp. 160.
 16. Mu-ming Poo, Jiu-lin Du, Nancy Y. Ip, Zhi-Qi Xiong, Bo Xu, and Tieniu Tan, “China brain project: basic neuroscience, brain diseases, and brain-inspired computing,” *Neuron* 92, no. 3 (2016): pp. 591-596; Liu Zhen, Yijun Cai, Zhaodi Liao, Yuting Xu, Yan Wang, Zhanyang Wang, Xiaoyu Jiang et al. “Cloning of a gene-edited macaque monkey by somatic cell nuclear transfer.” *National Science Review* 6, no. 1 (2019): pp.101-108.
 17. Qiu, Peiyuan, Jian Jiang, Zhen Liu, Yijun Cai, Tao Huang, Yan Wang, Qiming Liu et al. “BMAL1knockout macaque monkeys display reduced sleep and psychiatric disorders.” *National Science Review* 6, no. 1 (2019): pp. 87-100.
 18. Peng Yaojin, “The morality and ethics governing CRISPR-Cas9 patents in China,” *Nature biotechnology* 34, no. 6 (2016): 616.
 19. 賀建奎在萊斯大學和史丹佛大學完成博士研究後，應中共「千人計畫」徵召回國並在深圳的南方科技大學進行後續研究工作。
 20. Wei, Wensheng. “CRISPR twins: China academy responds.” *Nature* 563 (2018): pp. 607-608.
 21. See, for instance: Cui, Yingbo, Jiaming Xu, Minxia Cheng, Xiangke Liao, and Shaoliang Peng. “Review of CRISPR/Cas9 sgRNA design tools.” *Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences* 10, no. 2(2018): 455-465, accessed from <https://www.pubfacts.com/detail/29644494/Review-of-CRISPR-Cas9-sgRNA-Design-Tools>.
 22. Jennifer A. Doudna and Samuel H. Sternberg, *A Crack in Creation: Gene editing and the unthinkable power to control evolution*, Houghton Mifflin Harcourt, 2017.
 23. See, for instance: Mihir Zaveri. “Wary of Chinese Espionage, Houston Cancer Center Chose to Fire 3 Scientists,” *New York Times*, April 22, 2019, <https://www.nytimes.com/2019/04/22/health/md-anderson-chinese-scientists.html>.