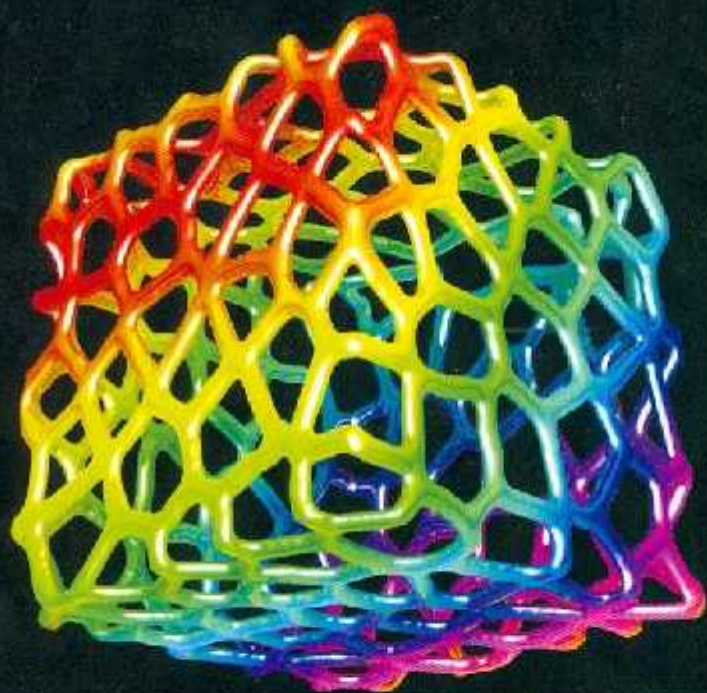


การพิมพ์ 3 มิติ  
เทคโนโลยีเปลี่ยนโลก  
3D PRINTING

**SECOND EDITION**



**CHRISTOPHER BARNATT**



# การพิมพ์สามมิติ

คริสโตเฟอร์ บาร์เนท

แปลโดย  
เจน ชานวณรงค์



[ExplainingTheFuture.com](http://ExplainingTheFuture.com)

First published by ExplainingTheFuture.com®

For press, rights, translation and other enquiries,  
please e-mail [chris@explainingthefuture.com](mailto:chris@explainingthefuture.com)

Copyright © Christopher Barnatt 2014.

The right of Christopher Barnatt to be identified as the author  
of this work has been asserted by him in accordance with the  
Copyright, Designs and Patents Act 1988.

All rights reserved. This book is sold subject to the condition  
that it shall not, by way of trade or otherwise, be lent, re-sold,  
hired out or otherwise circulated in any form of binding or  
cover other than that in which it is published and without  
a similar condition including this condition being  
imposed on the subsequent purchaser.

ISBN-10 : 1-5028-7979-4

ISBN-13 : 978-1-5028-7979-0

Printed and bound on demand.

Typeset in Adobe InDesign by Christopher Barnatt.

#### Disclaimer

While every effort has been made to ensure that the content in  
this book is as accurate as possible, no warranty or fitness  
is implied. All trademarks included in this book are  
appropriately capitalized and no attempt is made  
or implied to supersede the rights of their  
respective owners.

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

การพิมพ์ 3 มิติ  
เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงโลก  
แปลโดย : ดร.เจน ขาบุญวงศ์  
แปลจากหนังสือ : 3D Printing  
เขียนโดย : Christopher Barratt  
ผลิตและจัดพิมพ์โดย :

บริษัท คิว ทู เอส จำกัด (Q 2 S Co., Ltd.)

พิมพ์ครั้งที่ 1 : พ.ศ.2558

จำนวน 1,000 เล่ม

ราคา 350 บาท

ผู้จัดจำหน่าย : บริษัท คิว ทู เอส จำกัด

สำนักงาน : บริษัท คิว ทู เอส จำกัด

19/20-22อารีซีเอ บล๊อคเอ ถนนพระราม 9 ซอย 8

แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทร. 02-203-0357 โทรสาร. 02-203-0245

Email : marketing@qis.co.th

Website : <http://www.qis.co.th>

การพิมพ์สามมิติ พิมพ์ครั้งที่สอง โดย คริสโตเฟอร์ บาร์แนท

ลิขสิทธิ์ © 2014 โดย คริสโตเฟอร์ บาร์แนท

พิมพ์ครั้งแรกโดย ExplainingTheFuture.com™ 2014

3D Printing: Second Edition by Christopher Barratt.

Copyright © 2014 by Christopher Barratt.

First published by ExplainingTheFuture.com™ 2014.

# สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	1
บทนำ	3
<b>บทที่ 1 การปฏิวัติครั้งต่อไป</b>	<b>7</b>
เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ	9
ตลาดและการใช้งาน	11
การสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว	12
การสร้างแม่พิมพ์	13
การผลิตโดยตรงระบบดิจิทัล	14
การผลิตระดับบุคคล	16
การพัฒนาอุตสาหกรรม	17
<b>บรรดาในสิ่งที่เป็นไปได้</b>	<b>21</b>
การออกแบบตามสั่งและเฉพาะบุคคล	21
มอบเสรีภาพของการเข้าตลาดแก่ปวงชน	22
การแบ่งปันข้อมูลงานออกแบบ (Open Design)	24
จัดเก็บและจัดส่งข้อมูลดิจิทัล	25
พัฒนาการแพทย์	26
สร้างเสริมความยั่งยืน	27
ความท้าทายที่รออยู่ข้างหน้า	28
ความเห็นจากผู้บุกเบิกเทคโนโลยี	30
คอมพิวเทอร์ส่วนบุคคลในศตวรรษที่ 21	36

<b>บทที่ 2 เทคโนโลยีของการพิมพ์สามมิติ</b>	37
ระวางตกหลุมค่าศัพท์	38
การฉีดวัสดุผ่านหัวฉีด	40
ข้อจำกัดของการฉีดเทอร์โมพลาสติกผ่านหัวฉีด	45
การฉีดคอมโพสิตผ่านหัวฉีด	50
การฉีดเส้นใยคาร์บอน	52
การฉีดโลหะผ่านหัวฉีด	54
การฉีดวัสดุหลายชนิดให้แข็งตัวด้วยกัน	55
การฉีดคอนกรีตผ่านหัวฉีด	56
การฉีดดินเหนียวผ่านหัวฉีด	58
การฉีดอาหารผ่านหัวฉีด	59
การทำให้วัสดุเหลวในอ่างแข็งตัวด้วยแสง	61
สเตอริโอลิทโทกราฟี (Stereolithography)	61
การฉายดีแอลซี	65
กราฟภาพ หมุน และเลือกทำให้แข็งตัวด้วยแสง	67
การผลิตเซรามิคด้วยวิธีลิทโทกราฟี	67
การแข็งตัวด้วยโฟตอนสองตัว	68
การพ่นวัสดุ	70
การพ่นกาว	74
การพ่นกาวเพื่อสร้างแบบหล่อทราย	77
การพ่นกาวเพื่อผลิตสร้างชิ้นงานโลหะ	79
การพ่นกาวเพื่อพิมพ์เซรามิค	80
การพ่นกาวเพื่อพิมพ์แก้ว	81
การหลอมผงวัสดุ	82
การเผาผนึกด้วยแสงเลเซอร์ (Laser Sintering)	82
การหลอมด้วยลำอนุภาคอิเล็กตรอน	87

การเลาะเนื้อด้วยความร้อน	88
การเพิ่มวัสดุด้วยการฉายพลังงาน	89
การยึดวัสดุแผ่นเข้าหากัน	90
พื้นฐานที่มั่นคง	92
<b>บทที่ 3 อุตสาหกรรมการพิมพ์สามมิติ</b>	95
ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์สามมิติที่เป็นองค์กรมหาชน	96
ทรีดีซิสเต็มส์ (3D Systems)	96
สเตรตาสซิส (Stratasys)	102
อาร์แคม (Arcam)	107
เอ็กซ์วัน (ExOne)	108
วอกซ์เจ็ท (voxeljet)	110
เอสแอลเอ็ม โซลูชัน (SLM Solutions)	111
กรู๊ปเกอร์/พรอดเวย์ส์ (Groupe Gorge/Prodways)	111
คินโปกรุ๊ป/XYZprinting	112
ทิงเกอร์รีน (Tinkorine)	113
ออร์แกนโนโว (Organovo)	114
บริษัทผู้ผลิตเครื่องพิมพ์เอกชนอื่นๆ	115
เอ็นวิชั่นทีซี (EnvisionTEC)	116
เทียร์ไทม์ (TierTime)	117
อฟินเนีย (Afinia)	117
ออปโตเมค (Optomec)	118
อีโอเอส (EOS)	119
เอ็มคอร์เทคโนโลยี (Mcor Technologies)	119
ผู้บุกเบิกซอฟต์แวร์ในการพิมพ์สามมิติ	120

ไฮโตเดสก์ (Autodesk)	121
ดาสซัล ซิสเต็ม (Dassault System)	124
ทริมเบิล นาวิเกชัน (Trimble Navigation)	125
ซอร์ฟแวร์ชอปปแบบสามมิติอื่นๆ	127
สำนักพิมพ์สามมิติ	127
เซฟเวย์ส (Shapeways)	128
แมททีเรียลไลซ์ (Materialise)	130
สคัลป์ทีโอ (Sculpteo)	131
ผลิตภัณฑ์การปฏิบัติ	132
<b>บทที่ 4 การผลิตทางตรงแบบดิจิทัล</b>	<b>135</b>
การพัฒนาการผลิตทางตรงแบบดิจิทัล และการใช้งาน	136
การพิมพ์สามมิติรถยนต์	137
การพิมพ์เครื่องประดับและงานศิลปะ	140
การพิมพ์สินค้าจากนักออกแบบ	147
การพิมพ์ของเล่น	150
การพิมพ์แบบจำลองการผ่าตัด	156
การพิมพ์แขนขาเทียม	158
การพิมพ์ชิ้นงานในอุตสาหกรรม	165
พรมแดนสุดท้าย	166
อนาคตของโลกการพิมพ์สามมิติ	171
<b>บทที่ 5 การผลิตส่วนบุคคล</b>	<b>173</b>
เครื่องพิมพ์สามมิติส่วนบุคคล	175
คิวบ์ 3 และคิวบ์โปร จาก 3D Systems (Cube 3 และ Cube Pro)	177



เมกเกอร์ที่โดดเด่น เรพพลิเคเตอร์ (MakerBot Replicators)	180
อัปพลัสทู อัปมินิ และอัปบ็อกซ์ (The UP Plus 2, UP Mini & UP BOX)	181
แอฟฟีนีย์ H480 (Affinia H480)	182
อัลติเมกเกอร์ออริจินัล และ อัลติเมกเกอร์ทู (Ultimaker Original & Ultimaker 2)	182
พริ้นต์บ็อต (Printbots)	183
เอ็กซ์วายซีพริ้นต์ติ้ง ดา วินชี (XYZprinting Da Vincis)	184
ทิงเกอร์รีน ดิลโต้ และ ลิตโต้ (Tinkerine Dittos & Litto)	185
ฟอร์มแลป ฟอร์มวันพลัส (Formlabs Form 1+)	185
และเครื่องพิมพ์อื่น ๆ อีกมากมาย	186
การพิมพ์สามมิติในระบบแบ่งปันคำสั่งและซอฟต์แวร์	187
เครื่องสแกนสามมิติระดับบุคคล	190
ไฟล์วัตถุบนอินเทอร์เน็ตที่สามารถพิมพ์ได้	195
กำเนิดการแบ่งปันข้อมูลงานออกแบบ	198
แฮกเกอร์สเปซ ห้องปฏิบัติการประดิษฐ์กรรม และเมกเกอร์ (Hackerspaces Fablabs และ Makers)	200
บริการสำนักพิมพ์	203
ผลิตภัณฑ์การปฏิบัติ	206
<b>บทที่ 6 การพิมพ์ชีวภาพ</b>	<b>208</b>
จากเครื่องพิมพ์รูปเป็นเครื่องพิมพ์ชีวภาพ	211
ธรรมชาติช่วยได้	212
แนวทางการสร้างเนื้อเยื่อตามความต้องการ	216
ความท้าทายในอนาคต	219

สัลยกรรมเสริมสร้างของฟันและกระดูก	221
การพิมพ์ซึ่งมาพบในร่างกาย	225
มีหวังจะสำเร็จ	232
<b>บทที่ 7 บริบทของการพิมพ์สามมิติ</b>	234
การผลิตที่เน้นประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร	236
การพิมพ์สามมิติและการซ่อมชิ้นงาน	240
การพิมพ์สามมิติและการนำกลับมาใช้	242
การผลิตแบบวิถีต่อสั่นท้องถิ่น	243
การพิมพ์สามมิติและชีววิทยาสังเคราะห์	247
การพิมพ์สามมิติกับนาโนเทคโนโลยี	250
อนาคตของการพิมพ์นาโน	253
การพิมพ์สามมิติกับหุ่นยนต์	255
ความตื่นเตนและคราเมยากลำบาก	259
<b>บทที่ 8 โลกใหม่ที่ก้าห้าว?</b>	261
อนาคตอันแห่งความเพื่อฝัน	264
การสร้างอนาคตที่ดีขึ้น?	266
พิมพ์ตัวเราเองอีกครั้ง	269
อาหาร อาหารวิเศษ	271
สร้างของใช้ของเราเอง	274
การผลิตตามความต้องการ	277
ข้อเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้	281
หิมะยุคของทรัพย์สินทางปัญญา	283

ประเด็นที่น่ากังวลในมุมมอง การปฏิวัติครั้งหน้า	287 289
<b>อภิธานศัพท์</b>	293
<b>ทำเนียบนามการพิมพ์สามมิติ</b>	312
ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์สามมิติ	312
ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์สามมิติส่วนบุคคล	318
ซอฟต์แวร์การพิมพ์สามมิติ	323
สำนักพิมพ์สามมิติ	326
<b>เอกสารอ่านเพิ่มเติม</b>	328