

KSWL



2014 年度 研究発表会

目次

暗号化技術	2
印刷技術	13
3Dメガネ	23
エアコン	32
乱数	39
次世代ゲーム機	45
ファミリーコンピュータ	52
スピーカー	61
マウス	69
タッチパネル	76
センサー	86
メール	93
二足歩行ロボット	104
車の構造	112
電池	122
シングルボード・コンピュータ	131
モノポール(磁気単極子)	138

あいさつ

本日は御多忙の中、私達文化会 KSWL 技術部門の研究発表会にお越し下さいまして誠にありがとうございます。

今年度は、研究発表会を四日間に分けて開催する事となりました。「技術」に関する 18 個のテーマについて発表致します。発表は、全く知識がないという方々にも御理解いただき、興味を深めてもらえるように日々練習を積み重ねてきました。

途中難しい専門用語等も出る事もあるかと思いますが、どうぞ最後までご覧ください。また、大学祭でもそれぞれ日々の活動を活かした作品を展示致しますので、そちらの方も足を運んでいただければ幸いです。

2014 年度 研究発表会実施局

暗号化技術



○概要

暗号化とは、情報を第三者に読み取られない様に変換して保護する技術のひとつである。暗号化することによって情報はそのままでは認識できない状態に変更され、読解不可になる。しかしその暗号を解除することで情報は元のままの状態を読み取ることができる。これにより、情報を第三者に傍受されることなく保持、送信することが可能となる。

情報の価値が急激に高まりつつある今日のデジタル化社会において、暗号化の必要性が高まってきている。他者に情報を不正に利用されて被害をこうむるのを防ぐためにも、暗号化技術を駆使することは必要不可欠である。

●暗号化のメリット

今日のコンピュータにはネットワーク経由でのデータの流出などを防ぐために、ウィルスソフトやファイアウォールがインストールされていることがほとんどだが、そのコンピュータ自体を操作、盗難されることによる情報流出に対しては無力である。データを暗号化しておくことによって、そういった事態に陥ったとしても暗号を解除されない限り情報が流出する危険性はなくなるのである。

●暗号化について

・用語説明

平文 (ひらぶん) : 暗号化する前の文

暗号文 : 暗号化された文

鍵 : 暗号文を平文に復元するための情報

・例

平文 : information

暗号文 : kphgtocvkqp

鍵 : $N = 2$

平文の単語を 2 つ進める ($N = 2$) 事によって暗号文が出来上がる。

反対に平文に戻したい場合、暗号文を 2 つ戻す ($N = 2$) 事によって平文が出来上がる。

○暗号の種類

●共通鍵暗号

共通鍵暗号とは、暗号化と復号で同じ鍵を使う方法。扱いが簡単であり、処理速度が速い反面相手先ごとに固有のカギを作成しなければならないこと、あらかじめ安全な方法で相手に鍵を渡さなければならないことから、限られた特定の相手とのやり取りに向いている。

●公開鍵暗号

公開鍵暗号とは公開鍵と暗号鍵の二つを使ってデータの暗号化・復号を行う暗号方式。暗号化と復号化を同じ鍵で行う共通鍵暗号に比べ公開鍵の共有が容易なことや、相手の数に関係なく公開鍵は 1 つでよいなど、鍵の管理が容易で安全性が高い。欠点として鍵のビット長や平文長を長くとる必要があるため、暗号・復号が複雑化し、処理時間を要することがある。

・暗号化：公開鍵を使って平文を暗号化

- ① 平文を m とする
- ② 暗号文 C を $C = m^e \pmod{n}$ で求める
(\pmod{n} は、 C/n の余り = m^e/n の余りという意味)

・復元化：秘密鍵で暗号文を平文に復元

平文 m を $m = C^d \pmod{n}$ で求める

・クライアントからサーバへ個人情報を送る場合

- ① 公開鍵をクライアントに送る
- ② 公開鍵で個人情報を暗号化
- ③ サーバへ暗号文を送る
- ④ 秘密鍵で暗号文を復元化

●RSA 公開鍵暗号

鍵を生成するのに素数を利用する方法

・鍵の生成方法

- ① 大きな素数を 2 つ選び p と q とする
- ② $n = p \times q$ とする
- ③ $p-1$ と $q-1$ の最小公倍数を r とする
- ④ r と互いに素な整数をひとつ選び e とする。
- ⑤ $de \div r$ の余りが 1 になるような d をひとつ選ぶ
 e と n が公開鍵、 d が秘密鍵 (p と q も秘密) となる

●バーナム暗号

- ① 平文を 2 進数で表す
- ② 平文と同じ長さの 01 ビットをランダムに生成して鍵を作る
- ③ 平文と鍵の XOR を使い暗号化する
復元は暗号文と鍵の XOR を使う。

●量子暗号

量子力学の理論を用いた暗号技術。量子暗号通信は、光子とよばれる光の粒のひとつひとつに「0」または「1」のデジタル信号を載せて通信する。

それに対して現在の光通信は光の「強」「弱」でデジタル信号の「0」と「1」を表現する。光の「強」「弱」は同じ情報を持つ数万個以上の光子によって構成されているため、通信の

途中で光子を数個奪われていても気づかない。しかし量子暗号の場合、第三者などに盗聴されると瞬時に光子に載っている情報が変形してしまうので盗聴にきづき、また第三者による解読も不可能になる。現在では、通信距離や速度・安定性のさらなる向上を実現するためにまだこの技術は実際に使われていない。



○暗号化の歴史

BC19世紀 ヒエログリフ

古代エジプトで書かれた歴史に残る最古の暗号文。

BC5世紀 ヘブライ語の換字式暗号アトバシュ

最初からの文字順	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
アルファベット	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
末尾からの文字順	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

旧約聖書に使われていた暗号。この暗号は、文字に番号をつけて、最初からの順番と末尾からの順番を入れ替えて作る。アルファベットを暗号にする場合、AをZに、BをYに、というより順番を置き替えて作られた。

BC5世紀 スパルタの暗号



古代ギリシャの都市国家スパルタで使われていた暗号。一定の太さの棒（スキュタレー）と革ひもを用いた。

BC2世紀 ポリュビオアスの暗号

	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	F	G	H	I	K
3	L	M	N	O	P
4	Q	R	S	T	U
5	V	W	X	Y	Z

古代ギリシャの歴史家ポリュビオスによって発明された暗号。5×5=25のマス目にアルファベットを記入（iとjを同じマス目に入れる）した表

を使って、1つのアルファベットを2桁の数字で表す。

16世紀 上杉謙信の暗号

	七	六	五	四	三	二	一
一	あ	あ	や	ら	よ	ち	い
二	ひ	さ	ま	む	た	り	ろ
三	も	き	け	う	れ	ぬ	は
四	せ	ゆ	ふ	る	そ	る	に
五	す	め	こ	の	つ	お	ほ
六	ん	み	え	お	ね	わ	へ
七	し	て	く	な	か	と	

上杉謙信の軍師宇佐美定行が書いた越後流兵法書「武経要略」の中にある「字変四八の奥義」に、暗号の作り方が記されている。いろは48文字を7×7のマスキに書き、1つの文字を行と列の数字で表す暗号。

16世紀 メアリーの暗号

アルファベットを特別な記号に置き替え、さらに数字やよく使う単語を記号で表すという複雑な暗号を使用した。

16世紀 トリテミウスの多表式暗号

↓ 平文

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

ドイツの修道僧ヨハネス・トリテミウスが考案。1行目はAからはじまるアルファベットを、2行目はBから、3行目はCからと1文字ずつずらして記入した26行の表を作成する。もとのメッセージの1文字目は1行目、2文字目は2行目という具合に、ひと文字毎に1行ずらした行を使って暗号化していき、27文字目以降はまた1行目から使っていく。

17世紀 ルイ14世の大暗号

フランスの国王ルイ14世が部下に命じて重要文書を暗号化させた。数百種類の数字を羅列したこの暗号は、誰も解読することができない史上最強の暗号だったため「大暗号」と呼ばれた。しかし、200年の時を経て、1890年に遂に解読に成功した。

19世紀 ビール暗号

1885年に小冊子「The Beale Papers」で紹介され有名になった暗号文である。それによれば、トーマス・ジェファーソン・ビールという人物が1820年にヴァージニア州ベッドフォード郡の秘密の場所に財宝を埋めたとされ、その財宝は2011年現在の価値に換算して6500万アメリカドル相当と見積もられている。この隠し場所などを示した3枚1組の暗号文を作った。現在、2つ目の暗号は解読に成功したが残りの2枚はまだ解読できていない。

この暗号は、書籍を利用して解説する書籍暗号である。

1 枚目 (未解説)

71. 194. 38. 1701. 89. 76. 11. 83. 1629. 48. 94. 63. 132. 16. 111. 95. 84. 341. 975.
 14. 40. 64. 27. 81. 139. 213. 63. 90. 1120. 8. 15. 3. 126. 2018. 40. 74. 758. 485.
 604. 230. 436. 664. 582. 150. 251. 284. 308. 231. 124. 211. 486. 225. 401. 370.
 11. 101. 305. 139. 189. 17. 33. 88. 208. 193. 145. 1. 94. 73. 416. 918. 263. 28. 500.
 538. 356. 117. 136. 219. 27. 176. 130. 10. 460. 25. 485. 18. 436. 65. 84. 200. 283.
 118. 320. 138. 36. 416. 280. 15. 71. 224. 981. 44. 16. 401. 39. 88. 61. 304. 12. 23.
 24. 283. 134. 92. 63. 246. 486. 682. 7. 219. 184. 366. 780. 18. 64. 463. 474. 131.
 160. 79. 73. 440. 95. 10. 64. 581. 34. 69. 120. 367. 460. 17. 81. 12. 103. 820. 62.
 116. 97. 103. 862. 70. 60. 1317. 471. 540. 208. 121. 890. 346. 36. 150. 59. 968.
 614. 13. 120. 63. 219. 812. 2160. 1789. 99. 35. 18. 21. 136. 872. 15. 28. 170. 88. 4.
 30. 44. 112. 18. 147. 436. 195. 320. 37. 122. 113. 6. 140. 8. 120. 305. 42. 58. 461.
 44. 106. 301. 13. 408. 680. 93. 86. 116. 530. 82. 568. 9. 102. 38. 416. 89. 71. 216.
 728. 965. 818. 2. 38. 121. 195. 14. 326. 148. 234. 18. 55. 131. 234. 361. 824. 5.
 81. 623. 48. 961. 19. 26. 33. 10. 1101. 365. 92. 88. 181. 275. 346. 201. 206. 86.
 36. 219. 324. 829. 840. 64. 326. 19. 48. 122. 85. 216. 284. 919. 861. 326. 985.
 233. 64. 68. 232. 431. 960. 50. 29. 81. 216. 321. 603. 14. 612. 81. 360. 36. 51. 62.
 194. 78. 60. 300. 314. 676. 112. 4. 28. 18. 61. 138. 247. 819. 921. 1060. 464. 895.
 10. 6. 66. 119. 38. 41. 49. 602. 423. 962. 302. 294. 875. 78. 14. 23. 111. 109. 62.
 31. 501. 823. 216. 280. 34. 24. 150. 1005. 162. 286. 19. 21. 17. 340. 19. 242. 31.
 86. 234. 140. 607. 115. 33. 191. 67. 104. 86. 52. 88. 16. 80. 121. 67. 95. 122. 216.
 548. 96. 11. 201. 77. 364. 218. 65. 667. 890. 236. 154. 211. 10. 98. 34. 119. 56.
 216. 119. 71. 218. 1164. 1496. 1817. 51. 39. 210. 36. 3. 19. 540. 232. 22. 141. 617.
 84. 290. 80. 46. 207. 411. 150. 29. 38. 46. 172. 89. 194. 39. 261. 543. 897. 624. 18.
 212. 416. 127. 931. 19. 4. 63. 96. 12. 101. 418. 16. 140. 290. 460. 538. 19. 27. 88.
 612. 1431. 90. 736. 275. 74. 83. 11. 426. 88. 72. 84. 1309. 1796. 814. 221. 132.
 40. 102. 34. 868. 975. 1101. 84. 16. 78. 23. 16. 81. 122. 324. 403. 912. 227. 936.
 447. 55. 86. 34. 43. 212. 107. 96. 314. 264. 1065. 323. 428. 601. 203. 124. 95. 216.
 814. 2906. 654. 820. 2. 301. 112. 176. 213. 71. 87. 96. 202. 35. 10. 2. 41. 17. 84.
 221. 736. 820. 214. 11. 60. 760.

2 枚目 (解説済み)

115. 73. 24. 867. 17. 52. 49. 17. 31. 62. 647. 22. 7. 15. 140. 47. 29. 107. 79. 84. 56.
 239. 10. 26. 811. 5. 186. 308. 85. 52. 166. 136. 50. 211. 36. 9. 46. 316. 554. 122.
 106. 95. 33. 58. 2. 42. 7. 35. 122. 53. 31. 82. 77. 296. 196. 56. 86. 118. 71. 140.
 287. 28. 253. 37. 1005. 65. 147. 807. 54. 3. 8. 12. 47. 43. 59. 837. 45. 316. 101. 41.
 78. 154. 1505. 122. 138. 191. 18. 77. 49. 102. 57. 72. 34. 73. 85. 35. 31. 59. 196.
 81. 62. 192. 156. 273. 60. 394. 620. 270. 226. 166. 388. 287. 63. 3. 191. 112. 43.
 234. 480. 106. 290. 314. 47. 48. 81. 86. 26. 115. 90. 158. 181. 110. 77. 85. 197. 46.
 10. 113. 140. 353. 48. 128. 186. 2. 667. 61. 430. 811. 28. 125. 14. 20. 37. 105. 28.
 248. 18. 159. 7. 35. 19. 301. 125. 110. 486. 287. 98. 117. 511. 62. 51. 220. 37. 113.
 140. 897. 130. 540. 8. 84. 287. 388. 117. 18. 79. 344. 34. 26. 59. 511. 548. 107.
 603. 230. 7. 68. 154. 41. 20. 50. 6. 575. 122. 154. 248. 110. 61. 52. 33. 30. 5. 38. 8.
 14. 84. 57. 545. 217. 115. 71. 29. 84. 63. 43. 131. 29. 138. 47. 75. 299. 545. 52. 53.
 78. 118. 91. 44. 63. 186. 12. 786. 112. 7. 49. 78. 253. 156. 36. 371. 593. 211. 515.
 125. 360. 133. 143. 101. 15. 284. 545. 252. 14. 205. 146. 344. 26. 811. 138. 115.
 48. 73. 34. 205. 318. 607. 63. 226. 7. 52. 156. 44. 52. 16. 46. 37. 158. 807. 37. 123.
 12. 95. 10. 19. 35. 19. 131. 67. 135. 102. 807. 48. 53. 135. 138. 30. 31. 62. 67. 41.
 85. 63. 10. 108. 897. 138. 8. 113. 20. 32. 33. 37. 353. 287. 140. 47. 85. 50. 37. 49.
 47. 64. 6. 7. 71. 33. 4. 43. 47. 63. 1. 27. 400. 208. 230. 25. 191. 246. 85. 94. 511. 2.
 276. 26. 28. 7. 33. 44. 22. 40. 7. 10. 1. 831. 108. 64. 488. 210. 353. 215. 250. 31.
 10. 38. 149. 297. 61. 603. 309. 362. 666. 287. 2. 44. 33. 32. 511. 548. 10. 6. 250.
 557. 246. 53. 37. 52. 83. 47. 420. 38. 33. 807. 7. 44. 30. 31. 250. 10. 15. 35. 166.
 160. 133. 31. 102. 406. 210. 440. 326. 28. 66. 33. 101. 807. 138. 301. 316. 253.
 529. 230. 37. 52. 28. 540. 326. 33. 8. 48. 107. 56. 811. 7. 2. 113. 73. 16. 125. 11.
 115. 67. 152. 407. 33. 59. 81. 158. 38. 43. 581. 128. 19. 85. 405. 38. 43. 77. 14. 27.
 8. 47. 138. 63. 140. 44. 35. 22. 177. 106. 250. 314. 217. 2. 10. 7. 1009. 4. 20. 25.
 44. 48. 7. 26. 46. 110. 236. 807. 191. 34. 112. 147. 44. 110. 121. 125. 96. 41. 51.
 50. 140. 58. 47. 152. 540. 63. 807. 28. 42. 250. 128. 582. 98. 643. 32. 107. 146.
 112. 28. 85. 138. 540. 53. 20. 125. 371. 38. 36. 10. 52. 318. 136. 1052. 420. 156.
 112. 71. 14. 28. 7. 24. 18. 12. 807. 37. 67. 110. 62. 33. 21. 95. 220. 511. 182. 811.
 30. 83. 84. 305. 620. 15. 2. 168. 220. 108. 353. 105. 106. 66. 235. 72. 8. 56. 286.
 185. 132. 129. 549. 65. 126. 807. 188. 98. 110. 16. 73. 33. 807. 156. 499. 409. 50.
 154. 285. 96. 106. 316. 270. 205. 101. 811. 400. 8. 44. 37. 52. 40. 241. 34. 205.
 38. 16. 46. 47. 85. 24. 44. 15. 64. 73. 138. 807. 85. 78. 110. 33. 426. 565. 35. 37.
 38. 22. 31. 10. 110. 156. 101. 140. 15. 38. 3. 5. 44. 7. 98. 287. 123. 156. 96. 33. 84.
 125. 897. 191. 96. 511. 118. 440. 370. 643. 466. 106. 41. 107. 603. 228. 275. 30.
 150. 105. 49. 53. 287. 296. 208. 154. 7. 53. 12. 47. 85. 83. 138. 110. 21. 112. 140.
 485. 486. 105. 14. 73. 84. 574. 1209. 150. 200. 16. 42. 5. 4. 29. 62. 8. 16. 81.
 125. 160. 32. 205. 603. 867. 81. 96. 405. 41. 608. 136. 14. 20. 26. 26. 353. 302.
 246. 8. 131. 140. 140. 84. 646. 42. 16. 811. 40. 67. 101. 102. 194. 138. 205. 51.
 63. 241. 540. 122. 8. 10. 63. 140. 47. 48. 146. 288.

3 枚目 (未解説)

317. 8. 92. 73. 112. 89. 67. 318. 78. 96. 107. 41. 631. 78. 146. 397. 118. 98. 114.
 246. 348. 116. 74. 88. 12. 65. 32. 14. 81. 19. 76. 121. 216. 85. 33. 66. 15. 108. 68.
 77. 43. 24. 122. 96. 117. 36. 211. 301. 15. 44. 11. 46. 89. 18. 136. 60. 317. 28. 90.
 82. 304. 71. 43. 221. 198. 176. 310. 319. 81. 95. 264. 380. 56. 37. 319. 2. 44. 53.
 28. 44. 75. 98. 102. 37. 85. 107. 117. 64. 88. 136. 48. 154. 99. 175. 89. 315. 326.
 78. 96. 214. 218. 311. 43. 89. 51. 90. 75. 128. 96. 33. 28. 103. 84. 65. 26. 41. 246.
 84. 270. 98. 116. 32. 59. 74. 66. 69. 240. 15. 8. 121. 20. 77. 89. 31. 11. 106. 81.
 19. 224. 328. 18. 75. 32. 82. 117. 201. 36. 23. 217. 17. 21. 84. 51. 54. 109. 128.
 49. 77. 88. 1. 81. 217. 64. 55. 83. 116. 251. 269. 311. 96. 54. 32. 120. 18. 132. 102.
 219. 211. 84. 150. 219. 275. 312. 64. 10. 106. 87. 75. 47. 21. 29. 37. 81. 44. 18.
 126. 115. 132. 160. 181. 203. 76. 81. 299. 314. 337. 351. 96. 11. 28. 97. 318. 238.
 106. 24. 93. 3. 19. 17. 26. 60. 73. 88. 14. 126. 138. 234. 286. 297. 301. 365. 264.
 19. 22. 84. 56. 107. 98. 123. 111. 214. 136. 7. 33. 45. 40. 13. 28. 46. 42. 107. 196.
 227. 544. 198. 203. 247. 116. 19. 8. 212. 230. 31. 6. 508. 65. 48. 52. 59. 41. 122.
 33. 117. 11. 18. 25. 71. 36. 45. 85. 76. 89. 92. 31. 65. 70. 83. 96. 27. 33. 44. 50. 61.
 24. 112. 136. 149. 176. 180. 164. 143. 171. 205. 296. 87. 12. 44. 51. 89. 98. 34. 41.
 208. 173. 66. 9. 35. 16. 85. 8. 113. 175. 90. 56. 203. 19. 177. 183. 206. 157. 200.
 218. 260. 291. 305. 618. 951. 320. 18. 124. 78. 65. 19. 32. 124. 48. 53. 57. 84. 96.
 207. 244. 66. 82. 119. 71. 11. 86. 77. 213. 54. 82. 316. 245. 303. 86. 97. 106. 212.
 18. 37. 15. 81. 89. 16. 7. 81. 39. 96. 14. 43. 216. 118. 29. 55. 109. 136. 172. 213.
 64. 8. 227. 304. 611. 221. 364. 819. 375. 128. 296. 1. 18. 53. 76. 10. 15. 23. 19. 71.
 84. 120. 134. 66. 73. 89. 96. 230. 48. 77. 26. 101. 127. 936. 218. 436. 178. 171. 61.
 226. 313. 215. 102. 18. 167. 262. 114. 218. 66. 59. 48. 27. 19. 13. 82. 48. 162. 119.
 34. 127. 139. 34. 128. 129. 74. 63. 130. 11. 54. 61. 73. 92. 180. 66. 75. 101. 124.
 265. 89. 96. 126. 274. 896. 917. 434. 461. 239. 890. 312. 413. 328. 381. 96. 105.
 217. 66. 118. 22. 77. 64. 42. 12. 7. 55. 24. 83. 67. 97. 109. 121. 135. 181. 203. 219.
 228. 256. 21. 34. 77. 319. 374. 382. 675. 684. 717. 864. 203. 4. 18. 92. 16. 63. 82.
 22. 46. 55. 69. 74. 112. 134. 186. 175. 119. 213. 416. 312. 343. 264. 119. 186. 218.
 343. 417. 845. 951. 124. 209. 49. 617. 856. 904. 936. 72. 19. 28. 11. 35. 42. 40. 66.
 85. 94. 112. 65. 82. 115. 119. 236. 244. 186. 172. 112. 85. 6. 56. 38. 44. 85. 72.
 32. 47. 73. 96. 124. 217. 314. 319. 221. 644. 817. 821. 934. 922. 416. 975. 10. 22.
 18. 46. 137. 181. 101. 39. 86. 103. 116. 138. 164. 212. 218. 296. 815. 380. 412.
 460. 495. 675. 820. 952.

1914 年 ドイツの通信ケーブル切断

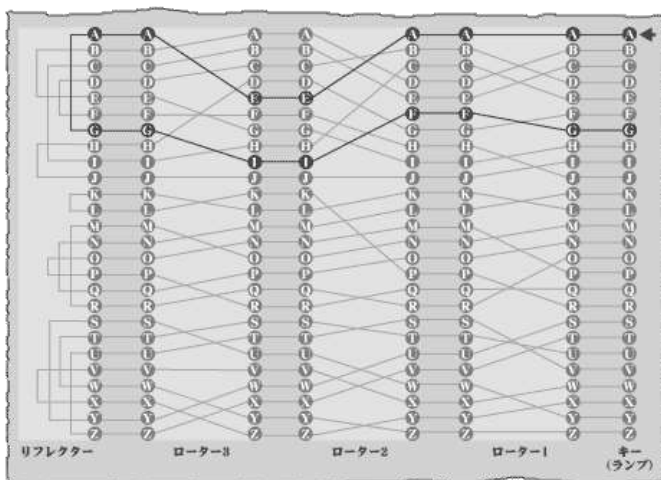
第一次世界大戦が開戦されたこの年、イギリスはドイツの海外用海底通信ケーブルを切断した。このためドイツは国際ケーブルか無線を使うしかなくなり、敵国からの傍受を避けるためにドイツの通信はすべて暗号化された。

1918 年 ADFGX 暗号

ドイツ軍のフリッツ・ナベル大佐が考案。アルファベット 26 文字を 5×5 のマス目に入れ (i と j は同じマスに入れる)、行と列には ADFGX の 5 文字を書いて、1 つの文字を 2 つの文字に置き換える暗号。ADFGX の 5 文字が使われた理由は、モールス信号で送信する際にこの 5 文字が一番識別しやすいためである。



1926年 エニグマによる暗号通信開始



ドイツの発明家アルツール・シェルビウスとその親友のリヒャルト・リッターは、1918年にギリシャ語で「謎」という意味である「エニグマ」と名付けた暗号機を開発した。暗号の組み合わせが1京（1兆の1万倍）という天文学的数字になる強力な暗号機エニグマは、第二次世界大戦中のドイツ軍が使用していた。エニグマが作り出す暗号は、敵国であるフランスやイギリスにとって、その名の通り「謎」であった。

1937年 パープル暗号

パープル暗号は海軍技術研究所が開発した暗号である。暗号機はプラグボード、切り替えスイッチ、タイプライターの3つのパートで構成され、日本版エニグマとでもいうべき精巧な暗号機でした。しかしアメリカの解読班によって1940年にはその原理が見破られ、コードブックも日本総領事館から盗撮され、日本の暗号はアメリカ側に筒抜けになってしまった。

1942年 ナヴァホの暗号

暗号機の登場によって簡単になったとはいえ、暗号化・復号化には手間と時間がかかり、しかもコードブックを盗まれる危険もあるので戦場では良い手段とはいえなかった。そこで、第二次世界大戦中に米軍はアメリカ先住民のナヴォホ族の言葉を暗号として使用された。ナヴァホ族を選んだ理由は、人口5万人程度と比較的多く、人材が豊富であること。ドイツ系のナヴァホ語研究者が皆無で、外部の物でナヴァホ語を理解できる者がほとんどいないこと。そして、発音が難しいため真似をされる危険性が少なかった。しかし、ナヴァホ語には軍事用語の語彙が少ないので、用語集を作成して対応した。ナヴァホ族の暗号要因は、1942年のガダルカナル戦から戦場に投入され、沖縄戦までに400名以上が参戦した。

1976年 ディフィー=ヘルマンの公開鍵暗号

アメリカのホイットフィールド・ディフィーはスタンフォード大学のマーティン・ヘルマンとともに、公開鍵というアイデアを発見した。これは、暗号化するためのカギを公開鍵として誰でも入手できるようにし、復号化するためには本人しか知らない個人鍵を使うというものである。

1977年 アメリカの標準暗号 DES

IBM社トマス・J・ワトソン研究所が開発したルシファーをベースに改良したものを1977年に採用し、「DES」と名付けた。その後、研究者をはじめ多くの人がDESの解読に挑んだが、15年間破られることなかった。

1977年 RSA暗号

ディフィー=ヘルマンの発明した公開鍵のアイデアを実現する数学的手法はマサチューセッツ工科大学の研究者、ロン・リベスト、アディ・ジャミア、レオナルド・アドルマンの3人によって発明された。この公開鍵暗号は開発者3人の頭文字をとって「RSA暗号」と名付けた。

1994年 DESの解読

1977年にアメリカ商務省標準局が採用した暗号アルゴリズムDESは、56ビットの鍵を持っている。56ビットの鍵の組み合わせは約7京（7兆の1万倍）もあり、解読するのは不可能に近いとされてきた。実際、15年間一度も破られることがなかった世界の暗号関係者たちを驚かせた。

2000年 第三世代携帯電話の国際標準化「KASUMI」誕生

携帯電話向け国際標準暗号「KASUMI」が誕生した。

○暗号化の活用

●SSL

・SSLプロトコル

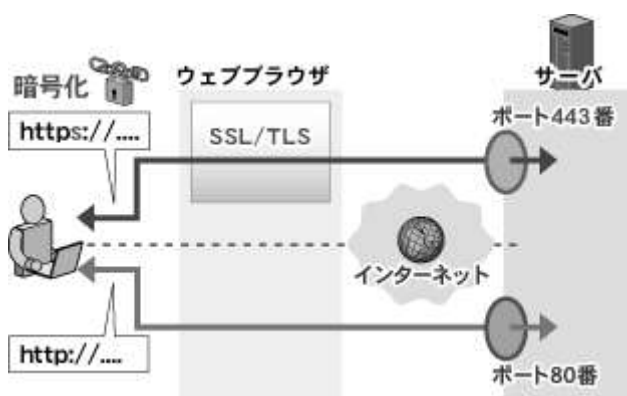
SSLはSecure Socket Layerの略で、データを暗号化してやり取りする手順の決まり(プロトコル)のことである。通常、ウェブサーバとブラウザの間ではHTTP(Hyper Text Transfer Protocol)というプロトコルで通信が行われるが、HTTPにはメッセージを暗号化して「盗聴」を防いだり、ウェブサーバを認証して「なりすまし」を防止したりする機能がない。

そこでインターネット上で安心して通信を行うためのプロトコルとして、Netscape Communications社が提唱してSSL(Secure Sockets Layer)が開発された。ウェブサイ

トで入力する個人情報やクレジットカード情報などを暗号化し、安全に送受信することができる。

・ HTTP と HTTPS の判別

ブラウザは「通常の HTTP」と「SSL を利用した場合の HTTP」を URL の違い(http:// と https://)によって判別する。そのため、URL を「http://～」とした場合には SSL 機能は利用せずに直接サーバと TCP/IP 通信を行う。それに対して、URL を「https://～」とした場合、ウェブブラウザは自身が備えている SSL 機能を介してサーバと TCP/IP 通信を開始する。デフォルトの設定では、サーバ側ではブラウザから受けたリクエストに対して、「http://～」に対しては TCP のポート番号 80 番を、「https://～」に対してはポート番号 443 番を割り当てて区別している。



・ SSL の見分け方

SSL が導入されているウェブサイトを見分けるためには、URL(「s」がついているかどうか)とブラウザのマーク(鍵のマークがついているか)をチェックすること。



●無線 LAN の暗号化

無線 LAN での通信の傍受による情報漏えいを防ぐために、通信の暗号化によるセキュリティが施されている。アクセスポイント(親機)とクライアント(子機)の間の通信を暗号化することでやり取りされている情報の内容を秘匿することができる。暗号化されている通信を

行う際には「暗号化キー」が必要になり、アクセスポイントに設定されているキーを知っているクライアントだけが通信することができる。暗号化方式には、強度の順に AES、TKIP、WEP といった方式がある。

・AES 方式

<特徴>

WEP 脆弱性の原因のひとつである暗号化方式(RC4)を根本的に見直したさらに高度な暗号化方式。現時点での解読手法は存在していない。

WEP では暗号キーの交換が出来なかったが、WPA-PSK(AES、TKIP)ではアクセスポイントとクライアント間で暗号キーの交換が可能になり、セキュリティがさらに強化されている。

<デメリット>

ハードウェア処理のため、処理スピードの低下はないが、既存の機器の一部では対応できていない。

・TKIP 方式

<特徴>

暗号化キーを生成する乱数列(IV)を 24bit から 48bit に強化。これによって数週間から数か月におよぶパケット収集でも解読が困難なレベルになった。

AES 方式と同じくアクセスポイントとクライアント間での暗号キーの交換が可能。

<デメリット>

ソフトウェア処理であり、ファームウェアのバージョンアップで、既存の WEP 対応機器をアップグレードできる反面、処理スピードの低下がおこる。

・WEP 方式

<特徴>

送信データを平文ではなく、無線電波自体が暗号化されている状態で送信する。

暗号キーを生成する乱数列(IV)は 24bit だが、悪意の盗聴・解析にあわず、通常のアkses環境であれば問題は発生しない。

<デメリット>

近年 WEP キーの暗号化解析ソフトがインターネット上で出回り問題となっている。通信パケットを一定期間収集して特殊な暗号化ソフトを使うと 24bit の乱数列(IV)が解読される危険性がある。

●VPN

VPN(Virtual Private Network)は通信事業者の公共回線を経由して構成された仮想的なネットワーク、またそのようなネットワークを構築できる通信サービスである。企業間ネッ

トワークの拠点間接続などに使われ、あたかも自社ネットワーク内部の通信のように遠隔地の拠点との通信が行える。

VPN の機能は大きく分けて 2 つあり、1 つは「トンネリング(Tunneling)」と呼ばれる技術である。パケットに新しいヘッダーを付け加え、カプセル化(Encapsulation)して通信を行うことである。無論ユーザーは、データを送る側も受け取る側も、トンネリングされていることを意識することはない。つまり、使用中のシステムを変更することなくそのまま利用できる。もう 1 つは、「通信パケットを暗号化する機能」である。トンネリングだけではデータの内容は見えてしまう。トンネリングされたパケットの盗難や改ざんなどを防止するために、パケットを暗号化して伝達するための仕組みが必要になる。

VPN の導入前に外部と社内が安全にアクセスするためには、専用線が必要であった。しかし専用線には、帯域と遅延時間を保証する一方、距離と回線速度によりコストがかかってしまうデメリットがあった。一方 VPN は、インターネットを使うことにより ISP の利用料金とアクセス回線費用だけで済み、距離に依存しないことによるコスト削減と 1 対多の接続が容易であることが最大のメリットとなっている。特に国内での長距離通信や国際通信に専用線を利用している企業などは、インターネットを利用した VPN に置き換えることでコスト削減が可能となる。

○出典

<http://articles.softonic.jp/encryption>

http://www.checkpoint.co.jp/securitycafe/readingroom/datasecurity/need_for_encryption.html

<http://www.atmarkit.co.jp/aig/02security/eqkey.html>

<http://www.atmarkit.co.jp/aig/02security/pubkey.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/randd/spotlight/spotlight04.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/learn/info/misty/stage1.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/learn/info/misty/stage2.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/learn/info/misty/stage3.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/learn/info/misty/stage4.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/security/learn/info/misty/stage5.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%93%E3%83%BC%E3%83%AB%E6%9A%97%E5%8F%B7>

<http://www.symantec.com/ja/jp/page.jsp?id=how-ssl-works>

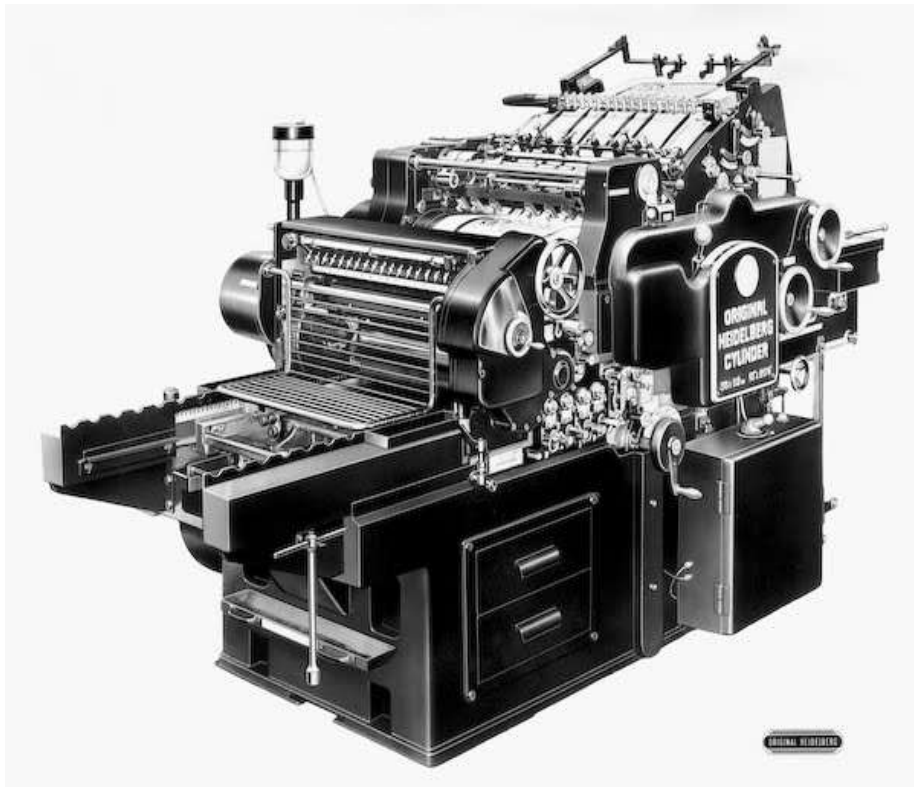
<http://www.symantec.com/ja/jp/page.jsp?id=ssl-basic-guide>

<http://buffalo.jp/products/b-solutions/netsecurity/wireless-security.html>

<http://e-words.jp/w/VPN.html>

<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/0204/27/news003.html>

印刷技術

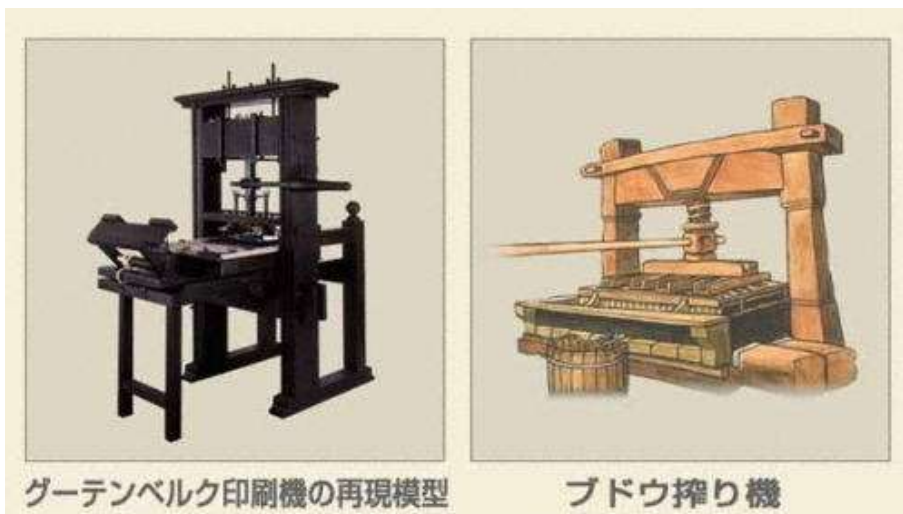


• 印刷とは

- インキにより、紙などの媒体に文字や絵、写真などの画像を再現することを指し、印刷された物を印刷物という。
- 現代では二次元の媒体に限らず、車体など三次元の曲面に直接印刷する技術も多数開発されている。印刷がカバーする範囲は極めて広く、(定義として)気体以外の全ての物体に対して可能であるとされている。

・印刷の歴史

- ・東アジアでは、2世紀頃に紙が発明され、7世紀頃には木版印刷が行われていたといわれ、史上初めて木版印刷及び活字印刷を行ったのは中国においてである。また11世紀には陶器による活字を使った印刷が行われていた。金属活字による印刷は13～14世紀の朝鮮にあらわれている。
- ・ヨーロッパでは、1450年頃のヨハネス・ゲーテンベルクによる金属活字を用いた活版印刷技術の発明で、印刷が急速に広まった。活版印刷術は羅針盤、火薬とともに、ルネッサンス期の三大発明と呼ばれ、ゲーテンベルクが発明者した活版印刷機はブドウ搾り機からヒントを得たといわれている。1500年以前までに印刷された書物はインキュナブラと呼ばれ、聖書を始めとする宗教書が半数近くを占めており、活版印刷による聖書の普及は、マルティン・ルターらによる宗教改革につながっていく。
- ・1798年にドイツのセネフェルダーが石版印刷を発明。これが平版印刷の始めとなる。現在主流となっている平版オフセット印刷は、1904年にアメリカのルーベルが発明したといわれているが、それ以前にイギリスではブリキ印刷の分野で使用されていた。ルーベルの発明は紙への平版オフセット印刷である。



ゲーテンベルク印刷機の再現模型

ブドウ搾り機

版式による分類

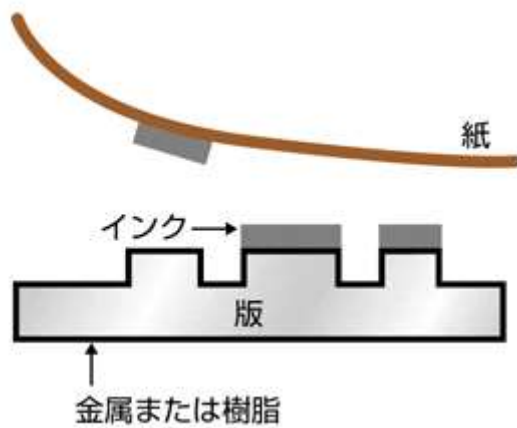
有版式

・凸版「活版印刷」

- ・版の凹凸を利用する印刷法の一つで、非画線部を凹、画線部を凸にして凸部にインクをつけ、紙に転写する方式。



- ・印刷時での圧力により紙に凹凸ができることがある。また、印刷された文字にマージナルゾーンインクの横漏れにより、実際の活字の線幅以上の余分な太さとなる部分が見られるなどの特徴がある。版が鉛製で取り扱いにくいこと、オフセット印刷の発達などにより、活版印刷は廃れた。
- ・現在主に行われている凸版印刷は、樹脂凸版印刷およびフレキソ印刷である。樹脂凸版印刷とは、活版の代わりに感光性樹脂を刷版に用いるもので、週刊誌のモノクロページ、シール、ラベル印刷などで使用されている。ただし現在では、週刊誌のモノクロページはほとんど平版オフセットで印刷されるようになった。フレキソ印刷は、ゴムや感光性樹脂の版を用い、刷版にインキを供給する部分にアニロックスロールと呼ばれるローラーを用いる方法である。アニロックスロールは、表面に規則正しい配列で凹みを彫刻し、その凹部に詰まったインキを版に供給するもので、用途に合わせて凹部の線数を選択することができる。印圧がほとんどない「キスタッチ」が理想とされ、段ボールライナー、包装フィルムなどの印刷に使用されている。



版の凸部がインクのつく(画像部)になっている。印刷時はそこにインクをつけて圧力を加えて直接転写させる。

特徴：線画や網点の輪郭が鮮明で、印刷濃度も高い。

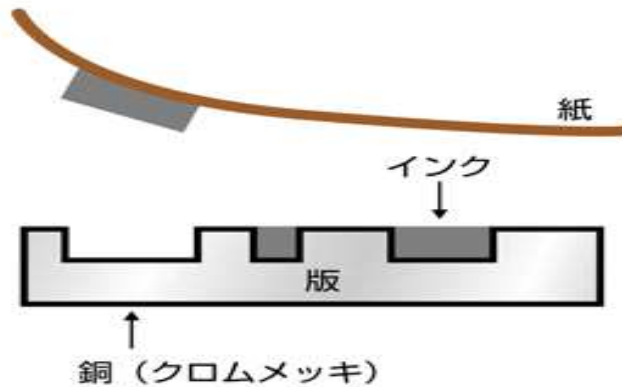
・活版印刷

- ・活版（活字を組み合わせて作った版）で印刷すること。また、その印刷物。鉛版・線画凸版・樹脂版などの印刷も含めていう。活版刷りともいう。
- ・現存する印刷物で年代が確定している最古のものは法隆寺等に保管され多数現存する日本の『百万塔陀羅尼』（8世紀）であり、これは称徳天皇が発願して770年に完成させたと伝えられている。中国のものでは1800年に敦煌で発見された経典『金剛般若波羅蜜経』（868年頃）がある。



・凹版「凹版印刷」

- ・版の凹凸を利用する印刷法の一つで、非画線部である凸部のインクを掻き取り凹部に付いたインクを紙に転写する方式。現在では電子彫された銅製のシリンダーを用いた刷版が使用されるため耐久性があり、大量の印刷に向いている。微細な線を表現できることから、偽造防止の目的で紙幣や収入印紙などに採用されることが多い。



版のくぼんだ部分が画線部になっていて、ここにインクが与えられて印刷する。

特徴： 階調や濃淡などが細かく表現できる。大部数の印刷向け

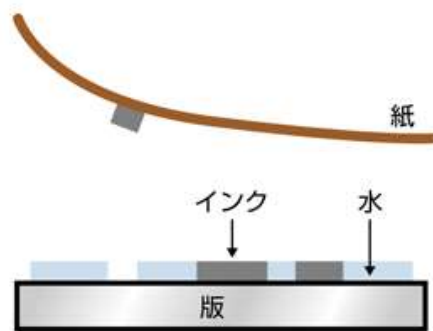
・グラビア印刷

- ・凹版印刷の一種。微細な濃淡が表現できるので、写真画像の印刷に適している。
- ・写真技術を応用して製版したことから、英語では **Rotogravure** (ロトグラビア) とも呼び、この方式で印刷されたグラビア写真も、同様にフォトグラビアと呼ばれる。
- ・グラビア印刷は通常、オフセット印刷やフレキソグラフィー印刷と同様、回転式の印刷機を用いる。したがって、印刷イメージはシリンダ (ロール状の版胴) の上に彫り込まれる。またこれは、グラビア印刷が枚葉紙 (シート状の用紙) ではなく、ロール紙に印刷することを意味している。

なお、雑誌でよく見かける「グラビア」というページは、「芸術印刷といえばグラビア」だった時代の名残であり、現在は、ほとんどすべてがオフセット輪転で印刷されている。

・平版「平版印刷」

- ・平らな版の上に、化学的な処理により、親油性の画線部と親水性の非画線部を作成し、インキを画線部に乗せて、紙に転写する方式。一般的にはオフセット印刷と同義で理解されているが、オフセットとはインキが版からゴム版に一度転写されることを指すのであり、本来、平版印刷と言うのが正しい。オフセットする凸版（ドライオフセット印刷など）や凹版（パッド印刷＝タコ印刷など）もまれに存在する。石版印刷（リトグラフ、リソグラフィ）も平版の一種。
- ・現代日本の出版物は、多くが平版オフセット印刷で刷られている。直刷りの凸版や凹版と違い、刷版上の画像が反転していないので間違いなどを見つけやすい。また高速、大量の印刷に適している。日本において平版印刷が普及した理由として写真植字が挙げられる。写真植字による版下作成はその後工程として製版フィルム化（集版）が不可欠であり、この工程を経る限り平版印刷が最適であるからである。カラー印刷は殆どすべてこの方式である。



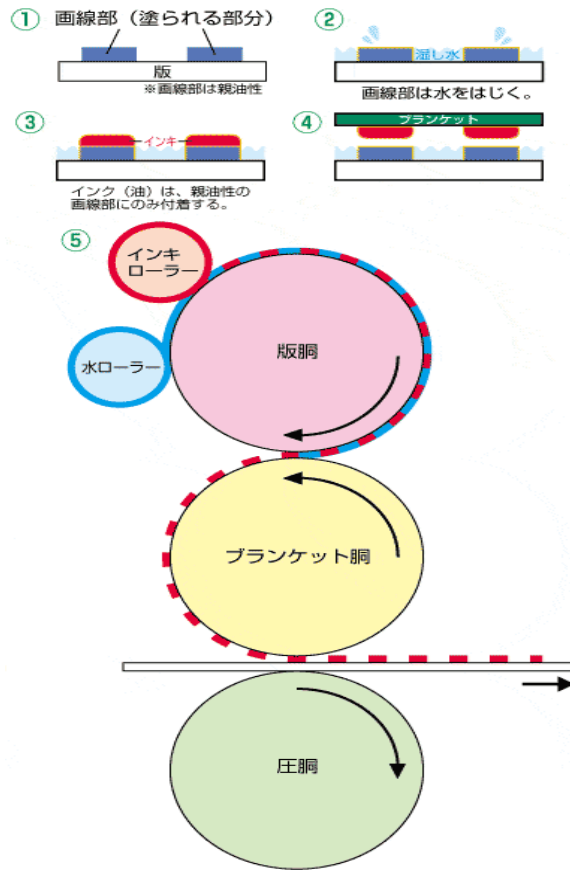
文字通り平らな版で、インキを付けない非画線部が親水性、インキの付く画線部が親油性になっている。版全体に水をつけると、非画線部はインキをはじき、画線部はインキを附着して、これを紙などに転写して印刷が行われる。

特徴：印刷速度が速い。

・オフセット印刷

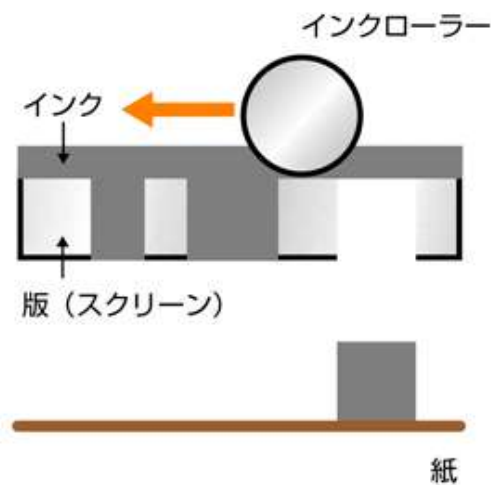
- ・実際に印刷イメージが作られている版と紙が直接触れないのが特徴。版に付けられたインキを、一度ゴムブランケットなどの中間転写体に転写（offset）した後、紙などの被印刷体に印刷するため、オフセット印刷と呼ばれる。オフセット印刷の大半が平版（へいはん）を用いて行われているため、オフセットと言えば平版オフセット印刷のことを指すようになった。略して「オフセット」「オフ」と呼ばれることが多い。しかし、版に凸版を用いるドライオフセット印刷や、電子写真方式のオンデマンド印刷機にもオフセット方式を用いたもの（コダック・ネクスプレスなど）がある。

●オフセット(平版)印刷の印字方法



・孔版

- ・版 (油紙など) に微細な孔を多数開け、圧力によってそこを通過したインクを紙などに転写する方式。
- ・手軽な設備で実現できる。身近な代表例は理想科学工業のプリントゴッコやリソグラフ (製品名)。複製絵画に使用されるシルクスクリーンや、謄写版 (ガリ版) も孔版の一種。文字や画像の印刷に限らず、物体表面に各種の機能性材料の皮膜を形成する技術として広く用いられている。一例では、カラーブラウン管のシャドーマスクや液晶表示装置のカラーフィルターといった部品が、印刷技術を用いて製造されている。別名ステンシル印刷とも称されるが、最近ではスクリーン印刷と呼ばれることが多い。



版に小孔と呼ばれる細かい穴を開けて、開いている部分にインクを通して印刷する。

特徴： 曲面印刷など、印刷する素材を選ばない。

- ・シルクスクリーン

孔版画の技法の一種であり、インクが通過する穴とインクが通過しないところを作ることによって版画の版を製版し、印刷する技法である。

無版式

- ・無版印刷とは、パソコンを使って作成したデジタル組版データから、ダイレクトに印刷物を作成する印刷方式の事。ノンインパクト方式とも呼ぶ。特徴は、小ロットの印刷物を短期間で仕上げられるという点である。
- ・従来の印刷では、量に関係なく、印刷物の製版・刷版・印刷機のセットが必要で、手間とコストが掛かったが、オンデマンド印刷は無版なのでこれらの工程が必要無い。モノクロだけではなく、高品質なカラー印刷もこなすので、小ロット印刷の主流となっている。利用分野としては、カタログ・折り込みチラシ・各行事記念印刷物・個人向け DM・カラー名刺・年賀状など様々である。
- ・オンデマンド印刷は、大きく分けると『インクジェット』と『レーザープリンタ』2つに分けられる。

- ・インクジェット

インクジェットは、適合するインキによって耐水性が異なります。一般的に染料インキは水溶性、顔料インキは耐水性があります。小さなノズルから液体インキの微滴を吹き出し、紙に小さな点で画像を印刷する。CMYKの4色でほとんどの色が表現される。最近では、ライトシアン・ライトマゼンタ・ライトイエローなど薄いインキを加えて、さらに階調を滑らかにする傾向が強くなっている。



・レーザープリンタ

レーザープリントの特徴は、網点が見えないという点である。インキが滲まないので細かい文字まで再現できる。高熱で定着させるので、ビニール印刷や合成紙にはあまり向いていない。印刷方法は、内部のドラムと呼ばれる金属管にレーザー光をイメージの形に照射して静電気を発生させ、その磁力によってトナーを付着させ、紙に転写するというもの。トナーはその後、熱と圧力によって紙に定着し印刷ができあがる。



印刷機の今後

・3Dプリンターへの移行

・通常の紙に平面的に印刷するプリンターに対して、3DCAD、3DCG データを元に立体（3次元のオブジェクト）を造形する機器。産業用ロボットの一つ。

・ペーパーレス化

データや資料を紙に印刷して保管・共有・閲覧など行ってきたのをやめて、コンピュータシステム上でのファイルの操作や画面表示で代替しようとする試み。企業の業務の効率化やコスト低減の取り組みの一環として行われる。

紙への印刷やコピーを極力減らすことにより、紙の印刷や保管にかかる諸費用を抑え、時間的にも効率的な業務の遂行を目指すのがペーパーレス化である。

紙媒体は取り扱いが容易で一覧性に優れるが、電子的なメディアに比べて経年劣化の問題があり、保管容積や伝達・共有速度でも劣る。ペーパーレス化を推進することにより、資料の保存可能期間の延長や情報共有の効率化、資料保管スペースの節約などの効果を得ることができる。誰でも見ることができる紙資料に対し、電子情報は適切なアクセス

コントロールによりセキュリティを機密に保持することも容易となる。



参考資料

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%B0%E5%88%B7>

http://www.jfpi.or.jp/printpia/part2_03-04.html

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B4%BB%E7%89%88%E5%8D%B%E5%88%B7>

http://kappan.did.co.jp/2010/09/blog-post_14.html

http://kappan.did.co.jp/2010/09/blog-post_14.html

<https://www.asia-stencil.co.jp/printing/printing.html>

<http://ameblo.jp/kachigumi-f/entry-11111101520.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B7%E3%83%AB%E3%82%AF%E3%82%B%E3%82%AF%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%B3>

<http://www.creating-a-photo-album.com/method/muban.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%82%B6%E3%83%BC%E3%83%97%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%AF%E3%82%B8%3%82%A7%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%97%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC>

<http://ameblo.jp/pressbee/entry-10105887906.html>

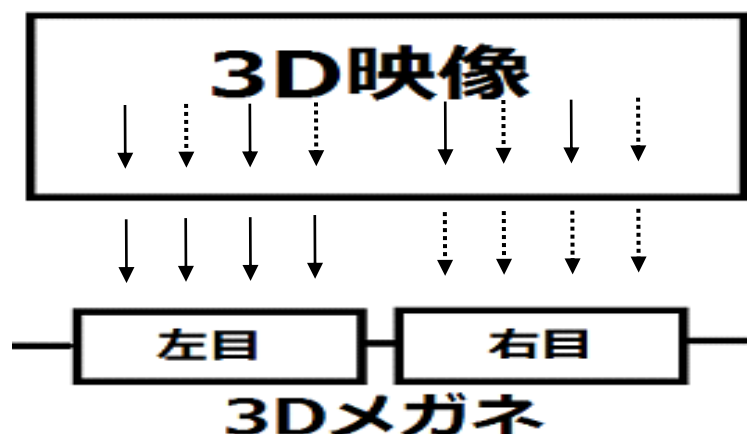
<https://www.apple.com/ipad-mini/>

3D メガネ



3Dメガネは3D映像を見る際に使用するメガネである。このメガネを使うことで、3D映像を立体的に見ることができる。そもそも人間が立体的にも物を見ることができるのは、右目と左目によってズレがあるからだ。右目を瞑った時に見る左目の映像と左目を瞑った時に見る右目の映像はそれぞれ違うであろう。それぞれの目で見た異なる映像が脳で処理されることによって立体的にも物を見ることができるのだ。しかし、どうして立体的に見えるのか深くは解明されていない。

3D テレビ等は、この立体視の原理を利用したものである。3D 映像は左目で見ると右目用の映像を送る。3D メガネは左目用の映像を左目だけに届け、右目用の映像を右目だけに届ける役目を担っている。これが、3D 映像が立体的に見える理由だ。以下の図はそれを分かり易くしたものだ。実線の矢印が左目に送る映像であり、点線の矢印が右目に送る映像である。



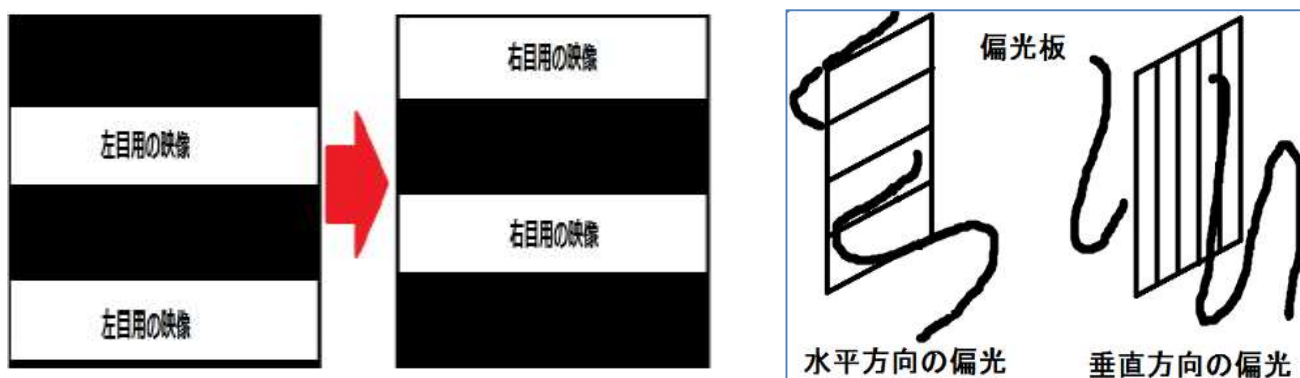
3D メガネと言っても様々なものがある。ここでは、主に3つの3Dメガネについて説明する。まず、赤青メガネがある。このメガネはレンズ部分が片方は赤色、もう片方は青色になっている。3Dメガネの中で最も馴染み深いのがこの赤青メガネだと言えるだろう。自分自身小さい頃に本の付録として赤青メガネが付いていたことはよく覚えている。そのメガネを使うことで、赤色と青色で描かれた絵が立体的に見えた時の感動は忘れられない。

赤色のレンズからは赤色の映像は見えず、青色の映像が見える。青色のレンズからは青色の映像は見えず、赤色の映像が見える。それぞれのレンズを通して異なる映像が送り届けられることによって立体的に見えるのだ。先程述べた立体視の原理をこのように再現している。また、赤青メガネを用いて立体的に映像を見る方法をアナグリフという。



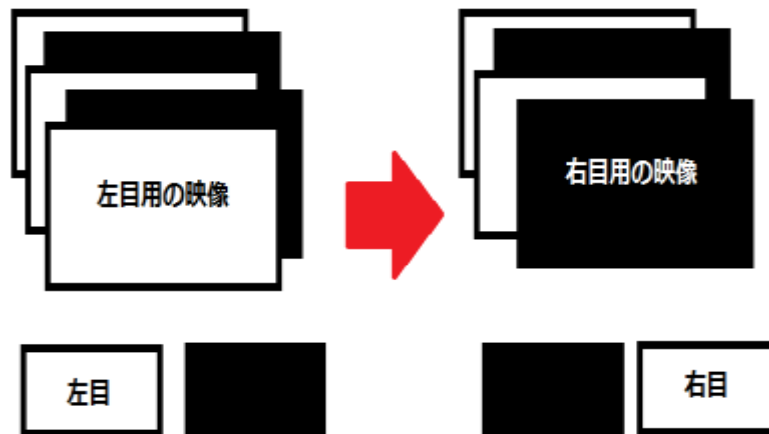
次に、偏光メガネがある。偏光メガネを使用した 3D 映像方法を偏光方式という。偏光方式では映像の表示に左右の目で異なった映像を映す。そのため、左右の目に送る映像を下図のように映像パネルを 1 ラインずつ交互に表示させている。

偏光メガネには両レンズに偏光板というものが入っている。この偏光板は特定方向の偏光という光しか通さないものだ。この偏光方式では、垂直方向の偏光と水平方向の偏光が発せられる。下図のように一方のレンズの偏光板は垂直方向の偏光を通すよう縦格子に、もう一方のレンズの偏光板は水平方向の偏光を通すよう横格子になっている。左レンズの偏光板を通る偏光が右レンズの偏光板には通らず、右レンズの偏光板を通る偏光が左レンズの偏光板には通らない。要するに、左目用の映像は右レンズの偏光板が遮り、左目だけに映像を送る。右目用の映像は左レンズの偏光板が遮り、右目だけに映像を送る。それぞれの目で見た異なった映像が立体視を実現している。



最後に、アクティブシャッターメガネがある。テレビ等のディスプレイの表示は 1 秒間に何回も書き替えられる。この書き替えた映像を左右の目に対して交互に見せる。眼鏡に備えられたシャッターがテレビのディスプレイ等から発せられる赤外線に同期して開閉する。そうすることで、左目に映像を送る時は右側のレンズにシャッターが閉じられる。また、右目に映像を送る時は左側のレンズにシャッターが閉じられる。左右の目に異なる映像を送ることで立体視を可能にしている。

シャッターは高速で開閉するため、かけている人が意識することはない。下図を見ていただければ理解してもらえらると思う。現在、国内外で販売されている 3D テレビの多くがこのメガネを使用したもので、アクティブ・ステレオ方式という。



ここからは、先程述べた 3D メガネそれぞれのメリット、デメリットを挙げる。

赤青メガネ

- 長所
 - コストが低い
 - 軽い
 - 解像度が高い
- 短所
 - 色覚異常の人には立体に見えない場合がある
 - モノクロ画像、映像しか扱えない

色覚異常とは、特定の色に対する識別能力が低下している状態である。例えば、通常の人と比べて赤と青の違いが明確でなかったりする。赤青メガネは赤色のレンズと青色のレンズを通して見るので、色覚異常の人は立体的に見ることができないことがある。

偏光メガネ

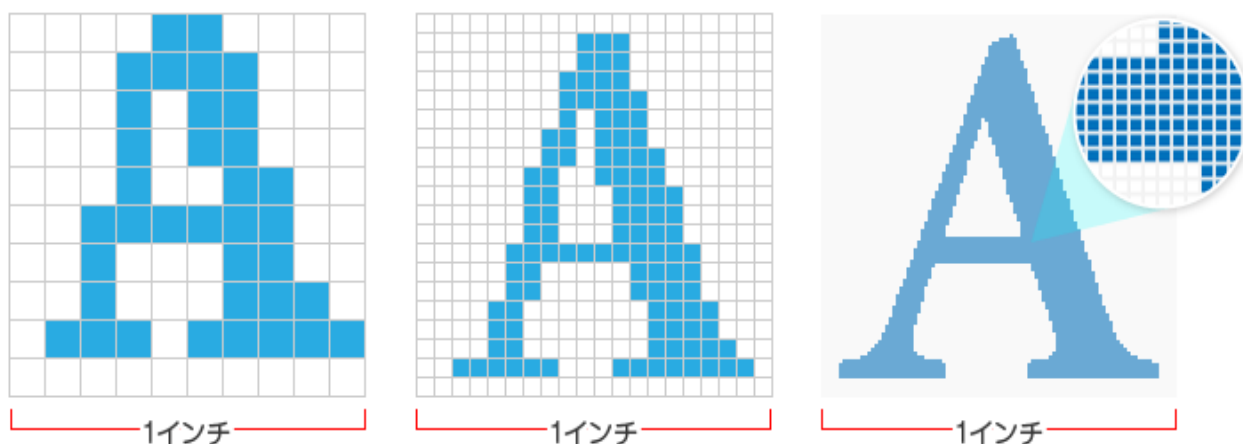
- 長所
 - コストが低い
 - メガネをかけている人でも、楽に 3D 鑑賞することができる
 - 軽い
 - 輝度が高い
- 短所
 - 解像度が低い
 - 自由な姿勢での立体視が困難

偏光メガネの場合、メガネをかけている人が普通のメガネと 3D メガネの両方をかける必

要は無い。普通のメガネにクリップオンタイプの偏光メガネを取り付ける事で、メガネをかけている人でも不快な思いをせずに鑑賞することができる。他の3Dメガネではそういった事ができないので、これは偏光メガネの魅力といえるだろう。



解像度とは画像・映像を表す格子の細かさの事である。解像度が高ければ高い程、画像または映像が滑らかに見える。



偏光方式では、映像の表示に左右の目で異なった映像を送るために左目用の映像と右目用の映像を映像パネルに1ラインずつ交互に表示していることは述べたと思う。例えば、映像パネルが10ラインあったとする。1ラインずつ交互に見せるため左目では5ライン、右目では5ライン見ることができる。本来、10ラインある映像を半分の5ラインでしか観られない。要するに、本来ある解像度の半分でしか鑑賞できない。また、偏光メガネには偏光板が入っている。この偏光板は特定方向の偏光しか通さないものだ。下図のように偏光が発せられているとしたら、偏光板が傾くと偏光が通らない。つまり、偏光方式で3D映像を見る際は寝転がる等の姿勢で鑑賞する事はできない。

アクティブシャッターメガネ

○ 長所

解像度が高い

自由な姿勢で立体視が可能

○ 短所

重い

コストが高い

輝度が低い

クロストークの可能性

アクティブシャッターメガネはディスプレイから発せられる赤外線に反応してシャッターを開閉する。そのため、メガネにバッテリーが内蔵されている。それが、アクティブシャッターメガネが他の 3D メガネと比べて重い理由であり、高額な理由でもある。

また、シャッターが左右の目に交互に下りるので、一方の目が映像を見ている間には、もう一方の目はシャッターが下りて何も見えない状態になる。よって輝度が低くなる。両目を開けている状態とは違い、どちらか一方の目が閉じている状態なので他の 3D メガネと比べて暗く感じるという事である。

クロストークとは、左目に送る映像と右目に送る映像が混ざってしまう事である。それぞれの目に送る映像を切り替える際に発生する。クロストークが生じると、3D 映像の輪郭がぼやけて立体感が失われる。

次に、3D メガネの歴史について述べる。そもそも 3D メガネの起源は 1838 年にイギリスのホイーストンがステレオスコープを発明したことに始まる。ステレオスコープもまた立体視の原理を使ったもので、鏡を利用し左右の目に異なった映像を見せる。それによって、立体視を可能にしているのだ。下図がステレオスコープとその仕組みである。



1853年には左右で異なる色のついたアナグリフ方式（赤青メガネ）の原理がドイツのロールマンによって考案された。さらに1891年、現在の3D映画にも採用されている偏光方式（偏光メガネ）の原理をアンダーソンが、1897年にはアメリカのジェンキンスがアクティブ・ステレオの原理（アクティブシャッターメガネ）を考案した。また、3D動画映像は1915年にアナグリフ方式で上映されたのが始まりである。

1950年代のアメリカでは、一般家庭にテレビが急速に普及しその結果、映画館への来場者が減ることとなった。ハリウッドの映画関係者がそれを打開しようと目をつけたのが3Dであった。この頃、多くの3D映画が制作された。これが、第一次3Dブームである。来場者は赤青メガネをかけて3D映画を鑑賞するも、長時間の立体視が疲労をもたらす等の理由により第一次3Dブームは衰退してしまう。

1980年代になるとアメリカでは、ケーブルテレビが普及し始める。一気に増えた放送時間とチャンネルを埋めるために、多くの古い映画が放送された。その中で、視聴者に赤青メガネを配布し、アナグリフで3D映画をテレビで放送した。それが話題となり、次々に3D映画が放送される。こういった流行にハリウッドが注目し、多くの3D映画が制作された。これが第二次3Dブームだ。

そして、2010年にはアバターの大ヒットによって、第三次3Dブームを迎えることとなった。3Dテレビの売り上げは伸びていたが、世間一般にあまり普及していないといえるだろう。3Dテレビが高価であるからだ。

また、メガネによって価格が異なることは述べたことと思う。赤青メガネは500円以内で購入できる。さらに、必要なものさえ買えば素人でも製作することが可能である。次に安いのが偏光メガネである。偏光メガネは1000円前後で購入することができる。最も高いのがアクティブシャッターメガネである。アクティブシャッターメガネが高いのは、先程述べたようにバッテリーが内蔵されているからだ。また、電源が充電式であったり電池であったりするので購入の際には注意が必要である。値段は1000円のものから10000円のものまで幅広く存在する。

第三次3Dブームの最中、メーカーごとに3Dメガネの規格が異なったため、同じメーカーの3Dメガネと3Dテレビをセットで使う必要があった。しかし、2011年になるとパナソニックが主導して3Dメガネの統一規格を目指した。統一規格の製品であれば、3Dメガネと3Dテレビのメーカーが異なっても使用することが可能になる。この規格は左右の目にシャッターが交互に下りるアクティブ・ステレオ方式だ。スロベニアXpanD社が開発したXpanDという3Dシステムがある。XpanDは日本の映画館で最も普及している3Dシステムだ。XpanD以外にも日本の映画館ではIMAX、Dolby3D、RealD等3Dシステムがある。

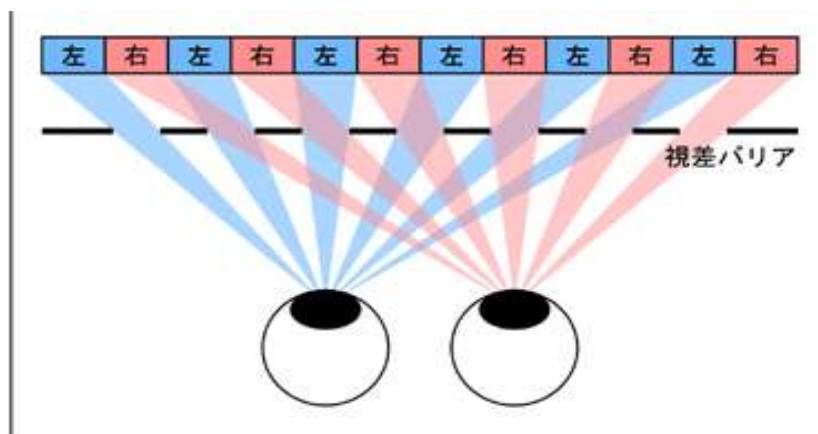
3Dシステムの違いで楽しみ方が大きく変る。例えば、XpanDは比較的安価なためメガネに内蔵されているバッテリーが重く、画面が暗く見える欠点がある。このように、映画館

で 3D 映画を鑑賞する際は、どこの映画館でどの 3D システムを採用しているか考慮する必要があるだろう。日本で最も普及している XpanD もまた規格の統一に参加しているため、テレビでも映画館でも同じ 3D メガネで 3D 映像を観ることが可能となった。統一規格の 3D メガネは M-3DI と名づけられている。下図は M-3DI とそのロゴマークである。



3D メガネには、目の疲労、メガネをかけることによる違和感等、多くのデメリットがある。これらデメリットを払拭するには裸眼での 3D 映像の鑑賞が考えられる。現に裸眼で 3D 映像を見ることが出来る任天堂の 3DS などのゲーム機や、東芝の世界初の裸眼式液晶 3D テレビがある。これらにはパララックスバリア方式が採用されている。

パララックスバリア方式もまた立体視の原理を利用したものだ。左目だけに見せる映像と右目だけに見せる映像を交互に並べてディスプレイに表示する。下図のようにディスプレイの上には、視差バリアというものが貼られている。この視差バリアは格子状になっており、視差バリアの隙間から左右それぞれの目に映像が送られる。左目には左目だけに見せる映像を右目には右目だけに見せる映像を映す。



このようにメガネを使用しない 3D 映像技術が進歩してきている。だが、現在 3D テレビが高価であるために、あまり一般に対して普及していないのもまた事実だ。これから先、3D テレビの開発コストを下げるだけの技術に発展すれば、3D テレビの普及に繋がるだろうし、街にあふれる看板等も 3D 化される時が訪れることにもなるかもしれない。

出典

<http://www.gsi.go.jp/common/000034853.pdf>

<http://jp.cyberlink.com/stat/3d-support/jpn/3d-primer.jsp>

http://www.mizuho-ir.co.jp/publication/report/2011/mhir01_3d.html

<http://eiga.com/extra/oguchi/10/>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%AC%A1%E5%85%83%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AC%E3%82%A4#.E3.82.A2.E3.83.8A.E3.82.B0.E3.83.AA.E3.83.95>

http://www.3d-business-forum.net/term_im/ti_shtrr.html

<http://www.bs11.jp/enjoy-3D/broadcast/history/>

<http://www.3dxtv.jp/3D-TV/3D-display-method>

http://homepage2.nifty.com/kamurai/review_3dvision.html

<http://mediplaza.com/release/itcontents/%E3%80%8E%E3%82%A2%E3%83%90%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%80%8F%E5%A4%A7%E3%83%92%E3%83%83%E3%83%88%E3%81%AF%E3%81%AF%E3%82%8B%E3%81%8B%E6%98%94%E3%80%803d%E3%83%86%E3%83%AC%E3%83%93%E3%81%AB%E6%9C%AA%E6%9D%A5/>

<http://www.gamegyokai.com/column/3ds-ragan.htm>

<http://av.watch.impress.co.jp/img/avw/docs/453/130/html/lg33.jpg.html>

<http://www.wakayama-u.ac.jp/~tokoi/opengl/3dlcd.html>

<http://www.wave-inc.co.jp/data/basic/px.html>

http://www.daily-eye-news.net/news_Mi0GUUSkZ.html

<http://www.4gamer.net/games/017/G001762/20121031071/>

http://www.fujifilm.co.jp/rd/report/rd055/pack/pdf/ff_rd055_001.pdf

<http://mimoto.thanksblog.jp/category/1436921.html>

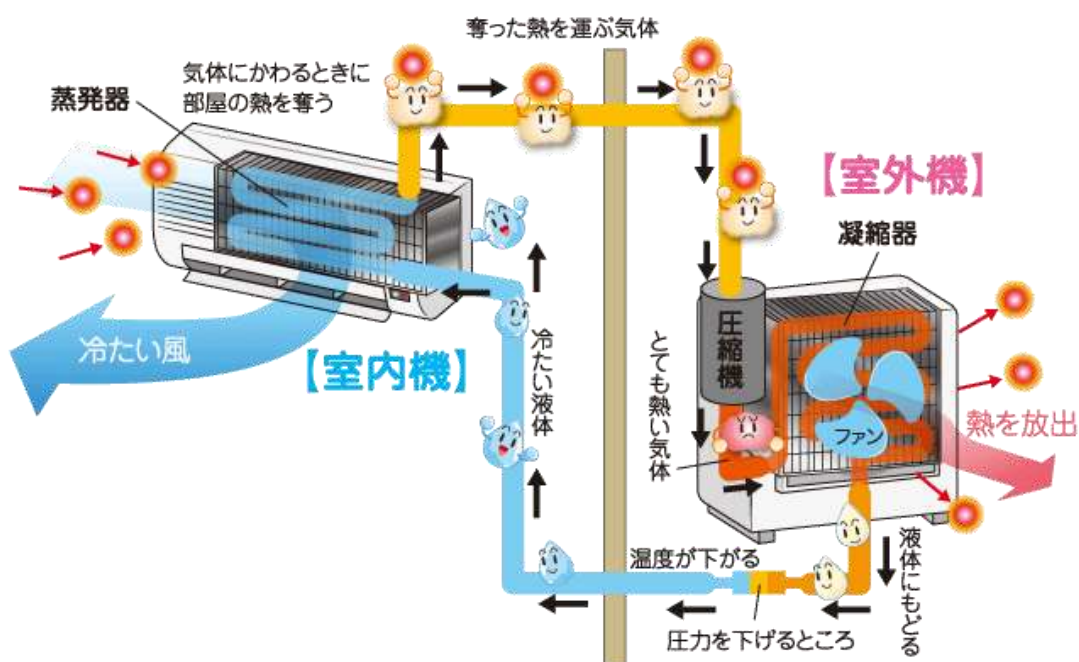
http://ism.excite.co.jp/art/rid_Original_26352/

エアコン (AIR CONDITIONER)



エアコンとは正式にはエア・コンディショナー(air conditioner)といい、空調設備の一つで、部屋の中の空気の温度や湿度などを調整する機械である。ここでは日本で普及しているインバーターエアコンについて書いていく。

エアコンの起源は中国の周の時代（紀元前 1046 年～771 年）に山の雪で氷水を作って飲んだという記録が残っており、おそらく人類最古の冷熱の利用と言われている。また古代エジプトなどの砂漠地帯ではス滝野瓶に水を入れ、夜間に屋外に出しておくことで蒸発潜熱（気化熱）を利用し、冷却していたことが知られている。この冷却方法は現代でも原理は同じである。現在のエアコンは下の絵図のとおりである。



暖房の場合がこの矢印の反対となる。エアコンは通常は室内機と室外機がセットになっている。図にある液体とは冷媒の事で、フロンガスの事を指す。フロンガスは以前オゾン層破壊の問題で話題となっていた。以前はCFC（クロロ フルオロ カーボン）といわれるフロンガスが使われていたが、オゾン層破壊の影響が大きい為、現在では影響の小さい代替フロンHFC（ハイドロ フルオロ カーボン）が使われる。簡単に言えば、エアコンの冷房の仕組みは、手にアルコール消毒した時に涼しく感じる原理と同じである。暖かいものと冷たいものを接触しておくと、暖かいものは元の暖かさより冷たくなり、冷たいものは元の冷たさより暖かくなる原理である。

次はエアコンの歴史についてみていきたいと思う。これは電気式エアコンの誕生と発展の歴史を辿る。エアコンの発明者はウィリス・キャリアという人で1902年7月17日、ニューヨークの某ビル（印刷プラント）の2階において、世界で初めて空調設備が導入された。インクを2日に分けて印刷する際、紙が湿気でほんの少しだけ膨張してしまうため、前日と当日で印刷にズレが生じてしまう。これを解決するには湿度コントロールが必要で彼はよく冷えた井戸水をパイプに通し、そのパイプの間に空気を強制的に通風して熱交換（&除湿）した。右の写真がウィリス・キャリアであり。



その下が印刷会社のビルである。これは今も現存している。アメリカでは1950年代に家庭用エア・コンディショナーが爆発的に売れるようになった。1906年、ノースカロライナ州シャーロットのステュアート・W・クラマーは、自身の経営する織物工場内に湿気を追加する方法を探していた。クラマーは同年出願した特許で初めて「エア・コンディショニング（空気調和）」という言葉を使った。これは、織物製造工程として当時よく行われていた "water conditioning" を真似て名付けたものだった。彼は加湿と換気を組み合わせて工場内の湿度を制御し、織物工場に最適な湿度を実現した。ウィリス・キャリアはこの用語を採用し、社名にも組み込んだ。水分を空气中に蒸発させるこの方式には冷却効果があり、現在ではミスト散布として知られている。



次は日本のエアコンの発展について書いていく。右図は日本のエアコンの普及率と台数の推移である。1970年代から普及率は急上昇し、1990年代半ばには8割を超える。今世紀に入ると9割近くで推移は並行化し、ほぼ上昇限界点に達したことが分かる。2012年における普及率は90.0%。一方保有台数も似たような形で上昇している。エアコンは持っていないおかしい時代になってきたわけである。

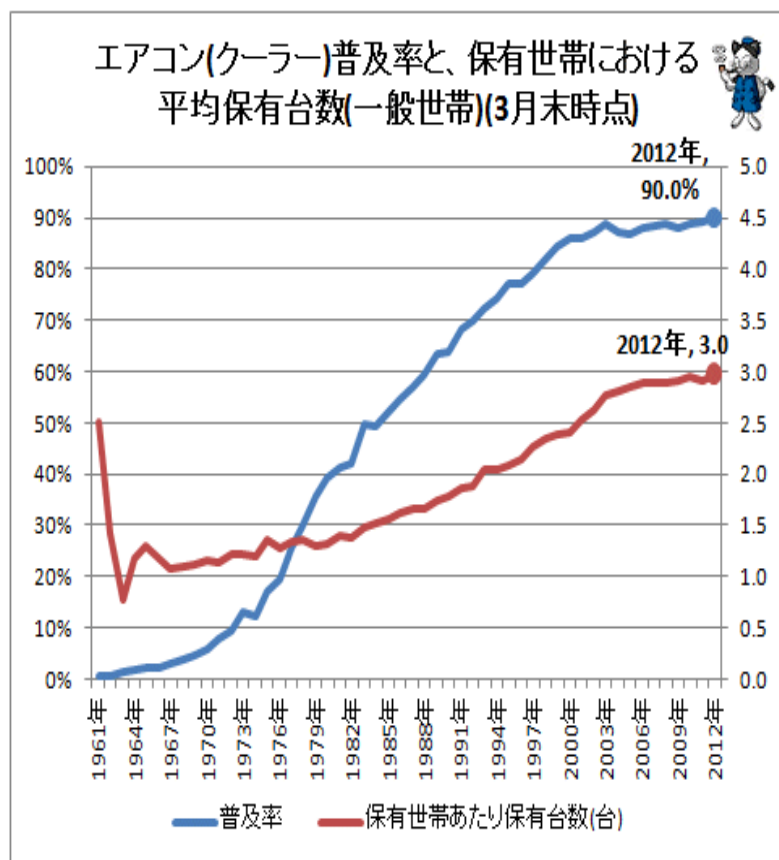
最初は1935（昭和10）年、芝浦製作所（現・東芝）が日本初のルームクーラーを発売した。この頃は、「空気調整機」と呼ばれ、値段も高く、主にごく少数の劇場や事務所で参入するなかで1958年、名称を「ルームクーラー」に統一した。

1965年、JIS規格が制定され、「ルームクーラー」は「ルームエアコン」に名称を統一した。


1967年、除湿回路付きドライタイプエアコンが開発されました。このころから、ルームエアコンの技術開発競争が激しくなり、1978年にはマイコン制御のルームエアコンが開発・発売され1980年、東芝がインバータ制御のエアコンを開発、1982年に家庭用ルームエアコンに搭載した。

1995年、暖房・冷房・除湿・加湿・換気の空調機能搭載エアコンが発売された。2003年3月、富士通ゼネラルが使い勝手もよく、省エネにもなる「フィルタ自動清掃機構」搭載エアコンを発売した。2004年以降、各メーカーからも「フィルタ自動清掃機構」付きが発売されている。ほかに換気機能、除菌とウイルスの抑制、脱臭機能など、部屋の空気清浄は完璧である。ルームエアコンは、ほかの生活家電に比べ普及が遅れた。

1970年から1971年にかけて、洗濯機と冷蔵庫が普及率100%へと近づいていたが、エアコンの普及率は6~7%だった。約15年後の1985年、エアコンの普及率はようやく50%に達し、2005年度は約87%現在では90%となっている。現在日本の会社でエアコンを販売している主な会社と特徴をあげたいと思う。



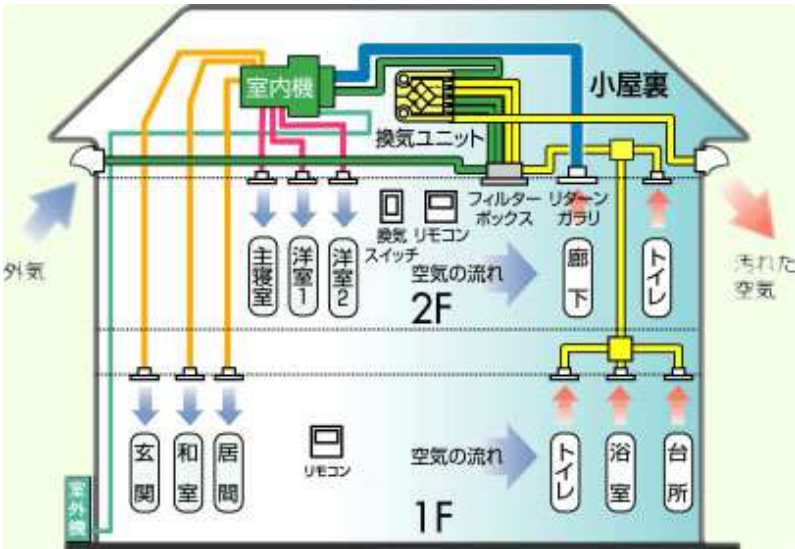
| | |
|---|--|
|  | <p>「プラズマクラスター、みはり機能」</p> <p>プラズマクラスターとはイオンをプラズマ放電により作り出し放出。浮遊カビ菌等を空中で除去し、浮遊ウイルスの作用を抑え、浮遊カビ菌等を空中で除去するシャープ独自の技術。温・高湿状態になると、お知らせします。みはり機能とは自動運転入に設定すると、お部屋が暑くなると、自動で扇風機モード、冷房運転をスタートする。</p> |
|  | <p>「デュアルコンプレッサーと高い空気清浄機能」</p> <p>ハイパワーで部屋を温めるのはもちろん、室温を維持するための安定運転もできるコンプレッサー。つまりはかなり省エネということである。</p> |
|  | <p>「ステンレス仕様とくらしカメラで省エネ」</p> <p>ステンレスによる金属イオンによりエアコン内部の菌の繁殖を抑える。また帯電しにくいので、埃などがたまりにくい。くらしカメラとは人の人数や位置はもちろんのこと間取りや陽の差し込んでいる場所をキャッチし温度や風向き風量を調整。</p> |
|  | <p>「ムーブアイ」ピンポイントで狙って温風をしっかりと届ける。お部屋に家族が集まったときは温風が左右 180°に広がってお部屋をムラなく暖める。エアコンの正面だけでなく、真横にいる人も、エアコンから遠いキッチンにいる人にも快適な温風を届ける。</p> |
|  | <p>「エコナビ」</p> <p>「ひと・ものセンサー」が人を検知して、人の居る場所にムダなく暖房。お部屋全体を暖めるより、電力消費をぐっと減らす。また、「日射センサー」が日差しを検知し、日差しで暖かく感じるときは、自動で暖房を弱める。自動でムダを見つけて節電する。</p> |
|  | <p>「うるさら」</p> <p>空気中の水分をエアコンが取り込み、無給水で冬のお肌・お部屋のうるおいをキープ。無給水加湿は、ダイキンだけの技術。</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>「<i>DUAL BLASTER</i>」</p> <p>世界で初めて、エアコンのセンター部から吹き出す「冷温気流」と、サイド部から吹き出す「室温気流」の2種類の気流を生み出す「<i>DUAL BLASTER</i> (デュアルブラスター)」を搭載。「室温気流」の働きにより、冷房時はより自然な風で控えめな室温でも快適にし、暖房時は温風の上昇を抑えて足元を中心に温め快適にすることにより、控えめな運転で節電しながら快適さを実現する。</p> |
|---|---|

次にホームエアコンのメーカー別シェア率の順位を示す。

| | 2007年 | 2008年 | 2010年 | 2012年 |
|----|--------|--------|--------|-----------|
| 1位 | ナショナル | パナソニック | パナソニック | パナソニック |
| 2位 | ダイキン工業 | ダイキン工業 | ダイキン工業 | ダイキン工業 |
| 3位 | 三菱電機 | 三菱電機 | 三菱電機 | 三菱電機 |
| 4位 | 東芝キャリア | 東芝キャリア | 東芝キャリア | 日立アプライアンス |

見ての通りパナソニックとダイキンの三強となっている。それ以下の企業は、シェア率は肉薄している状況となる。ダイキンに関しては世界シェア1位も獲得している。



最後にエアコンの日本企業の展望について書いていくとする。日本ではほぼ100%普及しているインバーターエアコンは、海外ではまだ未だにたった1割程度しか普及していない。アメリカでは、冷暖房は住宅に埋め込み、各部屋に吹き出し口を設け、一箇所の壁掛けスイ

タッチで操作するタイプが一般的であり、これには、一気に全部屋を冷やせたり、暖めたりできる代わりに便利さと、きめ細かく調節できない不便さがある。つまりは莫大な電気を使うということ。インバーターエアコンの市場開拓の余地がたくさんあるということである。



経済発展ともなあって環境問題が深刻化している中国では、インバーターエアコンは電力使用量を削減できる有効な手段。しかし、一般家庭に普及するには「価格」が課題である。そこで、ダイキンは、2008年3月、中国の大手空調機器メーカー・珠海格力電器有限公司と提携し、高効率で低価格のインバーターエアコンの生産に乗り出した。また、米国では、セントラル空調にインバータを搭載することで省エネ化を図っている。エアコンの日本の省エネ技術は最先端を進んでいる。この省エネ技術を世界に強く発信し、富裕層の顧客を獲得することが今後インバーターエアコンを広めていくうえで重要になるのだろう。

出典

<http://www.golddenki.com/acgenri.htm>

<http://denkinyumon.web.fc2.com/denkisetsubikiki/eakon.html>

<http://www.cozymax.org/study/carrier-air-conditioning-120719.htm>

http://www.liberal-home.jp/blog_entry/%E3%82%B9%E3%82%BF%E3%83%83%E3%83%95%E3%83%96%E3%83%AD%E3%82%B0/157

<http://allabout.co.jp/gm/gc/71/>

<http://www.daikin.co.jp/csr/information/lecture/act01.html>

http://www.geocities.jp/tosha_gogo/Aircondition/aircondition.html

<http://www.calex.com/sjlife/airconditioner.htm>

http://katata.takumikobo-fudosan.com/blog_ka_b/fudosan/2552/



乱数

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 31 | 80 | 76 | 88 | 46 | 67 | 28 | 49 | 63 | 87 | 02 | 14 | 92 | 70 | 06 | 87 | 25 | 50 | 78 | 98 |
| 2 | 87 | 36 | 48 | 35 | 95 | 73 | 59 | 99 | 97 | 04 | 12 | 78 | 86 | 42 | 03 | 25 | 80 | 71 | 32 | 62 |
| 3 | 68 | 81 | 31 | 56 | 70 | 15 | 03 | 20 | 01 | 91 | 40 | 93 | 78 | 45 | 77 | 17 | 54 | 61 | 63 | 23 |
| 4 | 80 | 30 | 21 | 82 | 19 | 80 | 12 | 26 | 15 | 50 | 39 | 64 | 67 | 45 | 55 | 49 | 69 | 17 | 95 | 70 |
| 5 | 48 | 14 | 05 | 77 | 64 | 48 | 78 | 85 | 37 | 81 | 39 | 50 | 37 | 82 | 90 | 35 | 25 | 21 | 73 | 35 |
| 6 | 71 | 34 | 66 | 22 | 85 | 88 | 22 | 99 | 21 | 84 | 64 | 23 | 69 | 72 | 59 | 79 | 57 | 85 | 51 | 86 |
| 7 | 75 | 54 | 73 | 10 | 21 | 47 | 87 | 38 | 64 | 67 | 75 | 55 | 52 | 22 | 85 | 63 | 74 | 67 | 95 | 34 |
| 8 | 67 | 43 | 47 | 55 | 33 | 59 | 94 | 18 | 26 | 04 | 72 | 20 | 05 | 20 | 25 | 06 | 31 | 65 | 31 | 78 |
| 9 | 44 | 75 | 41 | 97 | 49 | 39 | 44 | 86 | 88 | 21 | 49 | 98 | 79 | 24 | 21 | 97 | 17 | 61 | 32 | 19 |
| 10 | 41 | 22 | 80 | 50 | 32 | 99 | 60 | 53 | 00 | 11 | 86 | 31 | 59 | 12 | 42 | 24 | 65 | 57 | 25 | 46 |
| 11 | 46 | 54 | 24 | 05 | 20 | 86 | 96 | 10 | 82 | 72 | 56 | 21 | 53 | 29 | 38 | 09 | 96 | 21 | 93 | 80 |
| 12 | 96 | 45 | 70 | 37 | 93 | 91 | 40 | 43 | 73 | 04 | 60 | 30 | 59 | 35 | 31 | 28 | 23 | 60 | 32 | 12 |
| 13 | 67 | 65 | 14 | 47 | 72 | 92 | 25 | 30 | 74 | 19 | 81 | 30 | 29 | 07 | 08 | 03 | 99 | 58 | 58 | 40 |
| 14 | 17 | 98 | 21 | 17 | 16 | 58 | 75 | 71 | 34 | 85 | 18 | 02 | 67 | 92 | 81 | 00 | 03 | 97 | 64 | 74 |
| 15 | 21 | 93 | 90 | 21 | 75 | 49 | 09 | 55 | 55 | 43 | 35 | 99 | 62 | 68 | 40 | 63 | 98 | 53 | 36 | 85 |
| 16 | 26 | 24 | 10 | 70 | 90 | 64 | 42 | 53 | 96 | 62 | 43 | 92 | 10 | 81 | 94 | 65 | 77 | 35 | 99 | 02 |
| 17 | 99 | 83 | 75 | 28 | 30 | 53 | 22 | 58 | 35 | 43 | 04 | 74 | 86 | 00 | 33 | 13 | 61 | 15 | 29 | 27 |
| 18 | 88 | 30 | 60 | 06 | 46 | 15 | 35 | 62 | 35 | 06 | 39 | 16 | 82 | 03 | 78 | 88 | 92 | 96 | 48 | 38 |
| 19 | 78 | 49 | 74 | 67 | 67 | 97 | 30 | 55 | 85 | 40 | 81 | 70 | 98 | 35 | 88 | 06 | 92 | 44 | 34 | 46 |
| 20 | 07 | 82 | 67 | 24 | 54 | 91 | 29 | 26 | 64 | 57 | 81 | 18 | 89 | 57 | 14 | 71 | 62 | 68 | 01 | 41 |
| 21 | 50 | 39 | 63 | 39 | 56 | 75 | 35 | 48 | 33 | 34 | 60 | 21 | 61 | 44 | 95 | 66 | 25 | 40 | 44 | 52 |
| 22 | 66 | 52 | 36 | 14 | 23 | 18 | 80 | 16 | 70 | 73 | 60 | 83 | 15 | 54 | 01 | 07 | 22 | 52 | 88 | 40 |
| 23 | 40 | 25 | 57 | 33 | 07 | 70 | 75 | 18 | 79 | 05 | 34 | 44 | 21 | 35 | 73 | 88 | 65 | 94 | 88 | 44 |
| 24 | 88 | 28 | 42 | 08 | 55 | 61 | 72 | 52 | 77 | 88 | 02 | 87 | 85 | 73 | 60 | 82 | 76 | 60 | 79 | 35 |
| 25 | 09 | 02 | 59 | 71 | 18 | 08 | 54 | 83 | 05 | 52 | 07 | 72 | 62 | 09 | 23 | 44 | 88 | 24 | 26 | 13 |

乱数とは、出現する値に規則性がない数の事である。

概要

主に、コンピュータ通信においてはデータの暗号化に使われる鍵の生成、プログラミングにおいては乱数を生成した上で、インデックスが付いている配列の中から生成した乱数とインデックスの値が同じ番地にあるデータを呼び出すといった使われ方がある。なお、コンピュータで使われている乱数は主に擬似乱数と呼ばれる物であり、基本的に完全な乱数は生成できない(アルゴリズムによっては完全な乱数に近づけることはできるが、計算を行わなければならない。故に「擬似」乱数である)。完全な乱数とは、サイコロなどのハードウェア乱数生成器と呼ばれる物理現象を利用した乱数生成器で生成された乱数を指す。尤も、セキュリティ的に重要な機器(例えばSSLなどの鍵を管理するサーバ)には実装されおり、今後のコンピュータでは標準で実装しようという動きもある。

乱数の種類

- ・ [2進乱数]

2進乱数とは、「0」と「1」(あるいは「-1」と「1」)がランダムに現れるような乱数。コンピュータでは、複数ビットの乱数を生成するような関数から1ビット単位で切り出して生成する。

- ・ [自然乱数]

自然乱数とは、自然数がランダムに現れるような乱数で「0」を含むことが多い。「0」以上「無限大」まで全ての自然数を用いた自然乱数が考えられるが、実際には最大の自然数を決めて、それ以下の範囲で考えることが多い。コンピュータでは、最大値をもつ自然乱数を発生させる関数が用意されていて、これを加工することでいろいろな乱数を作り出す。

- ・ [一様乱数]

一様乱数とは、ある有限の区間を区切って、その区間内で全ての実数が同じ確率(濃度)で現れるような乱数。コンピュータでは、最大値を持つ自然乱数列を発生させて、それを最大値で割ることで $[0,1)$ (0以上1未満)の一様乱数が得られる。また、「最大値+1」で割ることで $[0,1]$ (0以上1以下)の一様乱数が得られる。このようにして生成した一様乱数は、原理的に有理数のみで無理数は含まれないため、これは真の一様乱数ではない。デジタルコンピューターの性質上、無理数を扱うことはできない。

- ・ [正規乱数]

正規乱数とは、正規分布を持つような乱数で、工学においてはホワイトノイズとして利用される。

乱数の生成法

乱数の発生手法には次の 2 種類がある。

- ・ 何らかのアルゴリズムで生成する擬似乱数
- ・ 物理現象から実験的に収集する物理乱数

擬似乱数は計算によって生成するので、作り方が分かれば理論的には予測可能であり、また内部の初期値(シード)が分かれば、先に計算しておくこともできる。現在のコンピュータ処理が当たり前の世の中では、「乱数=擬似乱数」と思ってよい。コンピュータがなかった時代は、「乱数賽」(1~0 の全ての数字が 10 分の 1 の確率で現れるように作られたサイコロ)や袋に入れた乱数カードを引き出す方式で生成していた。

物理乱数は、熱雑音とか原子核分裂など本質的にランダムな自然現象を利用する手法。しかし、測定が面倒だったり測定レベルで情報が偏ったりするため、現実にはあまり採用されていない。

| | 再現性 | 迅速性 | 信憑性 |
|------|-----|-----|-----|
| 乱数賽 | × | × | ○ |
| 乱数表 | ○ | △ | △ |
| 物理乱数 | × | △ | △ |
| 擬似乱数 | ○ | ◎ | ○ |

疑似乱数生成法には様々な手法がある。

- ・ 予測可能/再現性あり

※古典的生成法：平方採中法/混合合同法/線形帰還シフトレジスタ

※新しい生成法：メルセンヌ・ツイスタ/カオス乱数

- ・ 予測不能/再現性あり

※暗号学的に安全な生成法：BBS(Blum-Blum-Shub) /Fortuna

- ・ 予測不能/再現性なし

※ハードウェア乱数生成器：サイコロ

- ・ 平方採中法

フォン・ノイマン(Von Neumann)が考案した乱数生成法。初期値に適当な「a」を決めてそれを 2 乗する。求めた値の中央にある必要な桁数を採って乱数とし、それを 2 乗して求めた値の中央にある必要な桁数を採って次の乱数とする。これを繰り返して乱数列とする方法。ここで言う「中央」とは、求めた値を必要な桁数の 2 倍の桁数として見たときの中央とする。例えば、4 桁を必要としていて求めた値が 7 桁のときは、最上位の前の位(千万の

位)に「0」を付け足して8桁とする。

計算例：4桁の擬似乱数を作ってみる。但し最初は「a」=7489とする。

$$7489 \times 7489 = \underline{56085121} \rightarrow 0851$$

$$0851 \times 0851 = \underline{724201} \rightarrow 2420$$

$$2420 \times 2420 = \underline{05856400} \rightarrow 8564$$

$$8564 \times 8564 = \underline{73342096} \rightarrow 3420$$

こうして擬似乱数「7489・0851・2420・8564・・・」を得る。

・混合合同法

下の計算式に適当な「a」「p」「q」を代入する(必要な桁数が採れば何でもよい)。求めた値「a'」の中間あたりの必要な桁数を乱数として採用し、それを新たな「a」として再び計算式に代入する。

計算式： $ap+q=a'$ 計算例：5桁の擬似乱数を作る。但し最初は「a」=14992、「p」=673、「q」=944とする。

$$14992 \times 673 + 944 = \underline{10090560} \rightarrow 09056$$

$$09056 \times 673 + 944 = \underline{06095632} \rightarrow 09563$$

$$09563 \times 673 + 944 = \underline{06436843} \rightarrow 43684$$

$$43684 \times 673 + 944 = \underline{29400276} \rightarrow 40027$$

こうして擬似乱数「14992・09056・09563・43684・・・」を得る。

長所としては、ほとんど記憶領域を必要としない。実用的な擬似乱数アルゴリズムでは最少である。低機能なプロセッサ上でも極めて高速である。素朴な実装では乗算と除算が必要だが、有限代数を使って回避できる。単純な演算しか使わないため専用回路化が容易である。問題点が多いが、どのような問題があるか、どうやって回避すればいいかが十分に研究されている。

短所としては、暗号論的擬似乱数生成器ではなく、そのまま暗号に使用してはならない。

・線形帰還シフトレジスタ

デジタル回線を用いて容易に実装することができる擬似乱数の生成方式。特定多項式を適切に選択することによって、等頻度性、無相関性及び周期が保障される。ただし、線形帰還シフトレジスタは容易に解析可能なため、そのまま暗号に使用することは推奨できない。

・メルセンヌ・ツイスタ

1996年～98年に松本眞・西村拓士氏によって開発された疑似乱数生成器。既存の乱数生成アルゴリズムの欠点を改良して、高品質の乱数を高速に生成するように設計されている。当初考えられた名前は”Primitive Twisted Generalized Feedback Shift Register Sequence”という名前だったが、名前について複雑すぎるとクヌース教授（プログラムや数学の世界で超有名な人）に指摘され、メルセンヌ・ツイスタという名前になった。これは、メルセンヌ・ツイスタの開発に携わった松本眞(Makoto Matsumoto)氏と西村拓士(Takuji Nishimura)氏両方のイニシャルにもなっている。こっそりと。

伝統的に使われてきた疑似乱数生成の方法では「疑似乱数ではあるが、(部分的に)よく見たら明らかに分かりやすい規則性がある」「他のマシンへ移植しづらい」「疑似乱数の周期が短い(すぐに乱数の数字の流れがループしてしまう)」「動作が遅い」のような問題点があったが、メルセンヌ・ツイスタによる乱数実装はこれらの欠点を改善したつくりとなっている。

乱数調整

上記のとおり「乱数」とは、「全く規則性が無く予測がつかない数字の並び」という意味である。しかし、かならず書いた通りに動くというプログラムの宿命上そのようなものをプログラムだけで仮想することは出来ない(少なくとも現在は)。そのため、コンピュータがランダムに当たるものをプログラム上で再現するために適度に不規則な数が出現するような数式を利用するか、或いはその数式他何らかの方法で作成した乱数の羅列の一部を移植する事で乱数として機能するようにした「疑似乱数」を用いている。

疑似乱数は数式の産物であるか、あらかじめ決まった乱数表がコンピュータ内に入っているため、数式の場合は乱数のようでもいくらか規則性があったり、一見規則性が無いように見えて特定の計算式によって結果が求められたりする。また、取りうる範囲について何らかの方法でしらみつぶしに調べることが可能な場合もある。

先も言った通り、コンピュータの乱数は疑似乱数であるため、理論上は計算式が把握できていれば、コントローラーの操作の仕方やタイミングによって、望みの数値を出させる事が出来る。そのため、世の中には「自分が望んだ乱数結果を出させる」事を現実のものとしている例がある。これについては、乱数の中に時間やタイミングに連動しているかどうかによって難易度は変化する。

まず1つ目は状況再現と呼ばれる手法。「あるタイミングからボタンを押しっぱなし」など、容易に再現でき、かつ間違いのない操作パターンによって得られる結果が都合の良いものだった場合、同じ操作を繰り返す事によって同じ事を繰り返し起こさせる(同じ乱数を出させる)と言うもの。この場合、特に乱数が単純かつ時間の影響を受けない場合、手順を正しく踏めば同じ乱数を出せるため実機で滅茶苦茶簡単に出来る場合もかなりあり、乱数解析などゲームデータの解析を行わなくてもゲームプレイの範疇での検証だけで裏技的に発見・

使用される場合もある。時間経過によって変動する内部数値が存在している場合、多くは 1ms 刻みで滝のように流れるスピードであるなど、人間の手と目で完全に操作することは不可能に近い。しかし、これをツール等の助けを得て無理やり実現させることは一応可能である。この最たる例がいわゆる（広義の）TAS であり、たとえば 10 秒間の間のたった 0.1 秒にボタンを押さなければならない操作でも、予めタイミングを調べ（内部数値が見えるようにしてしまう）、スローやコマ送りでタイミングを調整や追記を行っていけば「します、させます、させません」が可能となる。TAS 以外でも、乱数を何らかの方法で調べ、それを綿密に狙って実機で再現するというのも可能であり、難易度は高いものの本来の確立よりはるかにうまくいく可能性は高まるためこれを行っている人も存在する。

参考文献

<http://www.nt-s.ne.jp/product/campaign/knowledge/missing-number.html>

http://is2.sss.fukushima-u.ac.jp/fks-db/txt/60000.kiyou/kiyou_038/html/00066.html

<http://dic.nicovideo.jp/a/%E4%B9%B1%E6%95%B0%E8%AA%BF%E6%95%B4>

ファミリーコンピュータ



誕生と時代背景

「ファミリーコンピュータ」(以下ファミコン)は1983年7月15日に玩具会社であった任天堂から発売された家庭用ゲーム機であり、全世界で6000万台以上の売り上げを記録している。

当時の任天堂は1970年代後半からの経営危機を1980年に発売した「ゲーム&ウォッチ」により建て直したことにより1977年に発売した「テレビゲーム15」に続いて家庭用ゲーム機開発に着手した。そこで任天堂は開発課長であった上村雅之を開発責任者として1981年に開発を開始した。

上村はゲーム&ウォッチで使われる液晶を供給している電機メーカーの「SHARP」から任天堂に移った社員で任天堂とSHARPは繋がりが強かった。だが当時はゲーム&ウォッチの製造で余裕が無かった状況であったので頼ることはできなかった。また山内溥社長から要求された開発の条件も非常に厳しいものだったのと家庭用コンピュータが登場し始めていたのが重なり、全く未知の機械の為に部品を供給してくれる企業はなかなか現れなかった。

そういった経緯から当初の予定では1982年夏に発売する予定が開発の遅れで1年程遅れることになった。発売当時の日本ではインベーダーゲームやパックマンの影響でアーケードゲームは流行していたのに比べて家庭用ゲームはまだまだ浸透しておらず、アメリカでも同年に起こったアタリショックによってアメリカでの家庭用ゲームの売り上げは急激に落ちていた。

アメリカでは1970年代前半ごろから家庭用ゲームの市場が生まれ、アタリ社が販売していた「アタリ2600」は当時のアメリカでの市場で圧倒的なシェアを占めることに成功していた。この「アタリ2600」は世界に向けて販売された最初の家庭用ゲーム機であり、5万円以上と高価であったものの、カセットを交換して様々なゲームを遊ぶことができたりする点や良質なソフトをアタリ社が販売していた点が大きかった。

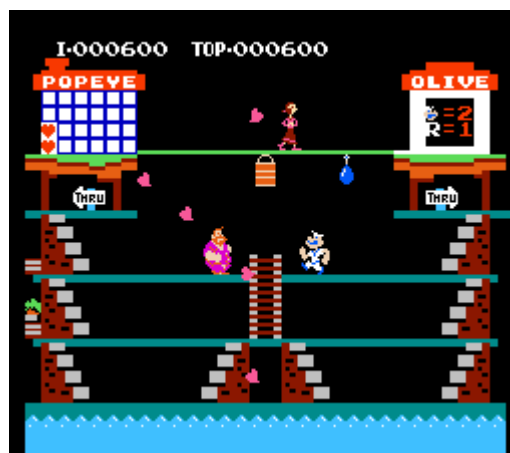
アタリ社は市場を掌握した後にロイヤリティ契約(ソフトの売り上げの一部をハード会社に支払う)を行えば誰でもソフトを開発、販売することを許可した。しかしアタリ社はこの契約を食品会社などのゲームとは無縁である会社とも結ぶようになり、家庭用ゲーム市場には低品質のソフトが氾濫することで市場が崩壊する事態に陥った。これを「アタリショック」といわれている。

そのような状況であったので任天堂はファミコンの発売と同時にアーケードで人気だった「ドンキーコング」「ドンキーコング Jr」「ポパイ」を売り出して順調な滑り出しを見せていた。

図1 ドンキーコング



図2 ポパイ



ファミコン発売～1984年前半

ファミコンは当初から他のゲーム機に比べてグラフィック面が優れており、アーケードゲームの移植もユーザーからの反応も良く、同時期に良く売れたといわれるエポック社の「カセットビジョン」やセガ社の「SG-1000」と比べても初年度の売り上げは好調の物だった。

しかしファミコン自体には値段を抑えるために価格を低くした結果ほとんど利益が出ていなく利益を出すためには自社からソフトを出していく必要があるのだが、ファミコンに使われていたCPUは「6502」と呼ばれるものでMacの「Apple II」と同じCPUが使われていたものの日本では非常にマイナーな部類に入るものであったのでこのCPUで開発した技術者がほとんどいなかったのでソフトの開発が難航した。

そんな状況の中で現れたのが現在の任天堂社長であり当時は株式会社「HAL 研究所」のプログラマしていた岩田聡であった。岩田は自分が所有していたマイコンにファミコンと同じCPUが使われておりプログラミングのやり方も熟知しており、任天堂社員でないにも関わらず社内で「どうやって実現したらいいかわからない」という理由で作成できずに終わっていた企画を次々と完成させていった。この頃の企画のほとんどに関わっていたとも言われており、「ピンボール」「ゴルフ」といった任天堂の自社ソフトを支えていた。

任天堂はゲーム&ウォッチの開発者である横井軍平、後の「スーパーマリオブラザーズ」を生み出す宮本茂、そして上述した岩田聡といったメンバーを中心に自社ソフトの開発を行っていた。

図3 ピンボール

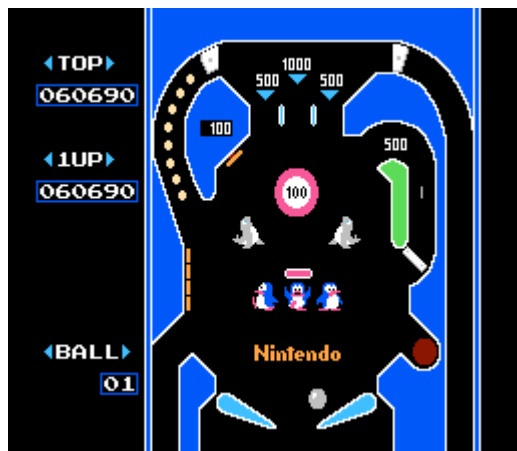


図4 ゴルフ



1984 年後半～1985 年

任天堂がソフト開発に苦戦している状況で PC ゲーム開発を行っていたソフト会社も当初は開発が見送られていた。その中でファミコンの付属機器で取引があった PC ゲームメーカーの「ハドソン」は最初に任天堂以外でファミコンソフトの開発を行った会社である。任天堂は 1983 年に起こった「アタリショック」からハドソンに対して ROM カセットの生産は任天堂が行うかわりに前金として生産費用の半分を支払うという契約を交わした。任天堂としては前金を支払う形にして租製乱造を防ぐ目論見がありハドソンが発売した「ロードランナー」は 100 万本以上の売り上げを記録しファミコンの売り上げにも大きく貢献した。その直後にアーケードゲームで「ゼビウス」「パックマン」「ドルアーガの塔」などのヒットを出し続けていたゲームメーカーの「ナムコ」もファミコンでソフトを出すこと発表しファミコンへの注目度も一気に高まっていった。この頃になるとファミコンの生産が追い付かずにソフトだけが売れていく事態になっていった。

そして 1985 年に入ると任天堂の開発陣ではそろそろ今のファミコンに限界を感じ始めていた。当時の ROM カセットの容量がほぼ限界点に近づいていたことや既に「ディスクシステム」の開発が始まっていたこともあり今までのソフトの集大成として同年 9 月に発売されたのが「スーパーマリオブラザーズ」である。発売当初は任天堂も「多くのソフトの中の一作品」程度の認識だったが予想を遥かに超えた売り上げを記録し、国内売り上げだけで 600 万本以上を売り上げる大ヒットとなり任天堂もマリオを「ファミコンの顔」として扱っていくことになる。

1985 年の終わりになっていくと家庭用ゲーム機のシェアは 9 割以上をファミコンが独占する形となり家庭用ゲーム機を開発していた「セガ」や「エポック」もファミコンに負けず劣らずの性能を持つゲーム機を発売していたがファミコンのシェアを奪うことはできなかった。

図5 ロードランナー

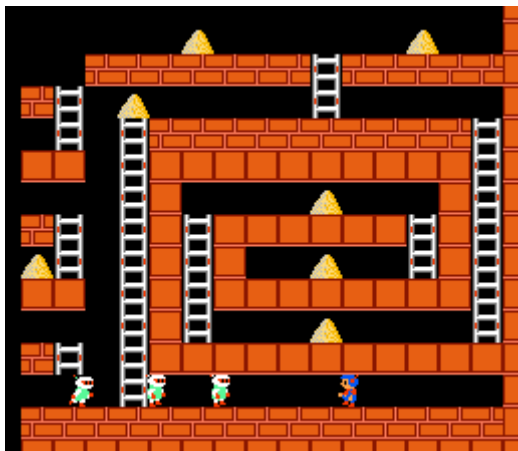


図6 スーパーマリオブラザーズ



1986年～1987年

任天堂は1986年1月に任天堂はサードパーティのライセンス制度が確立した。これは1984年から行っていたハドソンやナムコといったサードパーティがファミコンでソフトを出す際にやっていたルールを具体的に決めることで租製乱造を防ごうとした試みだった。このルールにはゲームの企画書を任天堂に見せることや一つの会社が発売するソフトの数を制限することにより質の悪いソフトをむやみに販売しないようにした。ナムコといったヒットを多く出す会社以外にはこのルールを徹底させるようになった。

同年2月にはファミコンの付属機器である「ディスクシステム」を発売する。ディスクシステムはこれまでのROMカセットとは異なりクイックディスクにゲームが書き込まれている物でROMカセットの容量よりも大きく、ディスク自体もカセットよりも安価で製造することができた。最大の特長は新しいソフトを遊びたいときにデータを上書きすることで前に記録されていたソフトが遊べなくなる代わりに新しいソフトが500円で買えることである。これは当時としても格安の値段であり同日には「ゼルダの伝説」がディスクで発売されたこともありディスクシステムは好調な売り上げを見せていた。

しかしサードパーティはディスクシステムに対してあまり積極的ではなかった。理由はROMカセットの大容量化が進みディスクよりも容量が大きくなっていったことや500円という安さはソフトメーカーにとってはあまり利益が出なかったことが挙げられている。

前年に「ポートピア連続殺人事件」で当時のファミコン市場では新しいゲームジャンルであるアドベンチャーゲームを発売している「エニックス」から1986年5月にこれもファミコンでは初のRPGであった「ドラゴンクエスト」を発売した。今では当たり前存在するゲームジャンルであるが当時は大容量になるRPGはPCゲームでしか開発されておらず子供にとってみれば遊び方もよく分からないゲームであったので売り上げも芳しくなかった。しかしファミコンでRPGが作れるというのはゲーム開発を良く知る人にとっては衝撃であり、ゲーム関連の雑誌はこぞって特集を組むほどであった。最終的な売り上げも150

万本を記録する大ヒットとなった。

1987年1月には発売された「ドラゴンクエスト2」も大ヒットとなりファミコン市場にはRPGやアドベンチャーといったジャンルも増え始めさらに市場が拡大していくことになっていった。この年の12月には「スクウェア」から「ファイナルファンタジー」が発売された。この時の売り上げは50万本で売り上げとしては高くはなかったもののこの作品が後のシリーズに繋がっていくことになる。

図7 ゼルダの伝説



図8 ポートピア連続殺人事件



1988年以降

ファミコンが発売されてから既に5年が経過した頃になってくると「NEC」から「PCエンジン」やセガから「メガドライブ」といったファミコンのスペックを大きく上回るゲーム機が登場しファミコンも時代遅れになりつつあった。だがシェアのほとんどをファミコンが占めていたことやファミコン自体が頑丈な作りをしていたこと、ROMカセットの容量が1MBまで増えたこともあり「スーパーファミコン」が発売された1990年11月以降もファミコン用のソフトは根強く発売され続けていた。特に1992年に発売された「ドラゴンクエストIV」は300万本を売り上げていることからその人気伺える。最後のファミコンソフトは「高橋名人の冒険島IV」で発売日は1994年6月24日でファミコンが発売されてから実に11年近くソフトが発売されていたことになる。

図9 ドラゴンクエスト



図10 ファイナルファンタジー



まとめ

ファミコンは当初は他のゲーム機と比べて優れている部分が数多くあったがその利点も2, 3年程で他社に追い付かれるほどのものでしかなかった。しかし任天堂はこのファミコンを売る為にソフト開発だけでなく新しい市場を安定させるために様々な手を打っており、結果として今でも続くゲーム市場の基礎を作ったといえる。

この功績は今ではデジカメの写真一枚にも満たない容量のなかで創意工夫によって全く新しい形のゲームを生み出し続けた当時のゲーム開発者達のおかげである。

参考

やるやらで学ぶゲームの歴史

<http://blog.livedoor.jp/nyusokudeyaru/archives/1600465.html>

ファミコン名作の社

<http://famicom.s348.xrea.com/>

ファミコンの歴史

<http://www.ne.jp/asahi/oroti/famicom/fami/01.html>

ゲーム雑学

http://gamersedent.kir.jp/g_zatsugaku/index.html

次世代ゲーム機

PS4



Xbox one



Wii U

・ゲームハードの誕生

ゲーム機（ハード）が誕生した 1970 年頃は、軍事用途や大学の研究等で使われるコンピュータが多く、高価なシステムしかなかった。1972 年に世界初のビデオゲーム機が登場するが失敗に終わった。しかしアタリ社が開発したアーケードゲーム「ポン」が商業ゲームとして初めて成功した。



ここではゲーム機（ハード）と呼ばれるものが、どのように確立してきたかを世代ごとに分類し、紹介していく。

・第1世代（1970年代）

1972年に世界で初めての家庭用ゲーム機『オデッセイ』が発売された。

この『オデッセイ』を参考にして製作されたアーケードゲーム『ポン』が大ヒットし、家庭用ゲーム機の知名度が広がる事となった。定価は 49000 円。



このころはソフトがハードに組み込まれているので、後からソフトを買い足すという事ができず、スイッチでゲームを切り替えていた。

・第2世代（1970年代後半～1980年代前半）

1976年にフェアチャイルド社がチャンネルFを発売することから始まった。定価 128,000 円。

チャンネルFはROMカートリッジを差し込むことで様々な種類のゲームを楽しむことができる最初の家庭用ゲーム機である。今後のゲーム機は、チャンネルFの様にカートリッジ型を起



用している。この世代の時に日本にアメリカのゲーム機が輸入されたが、日本では人気が取れず、それどころか、アメリカでの市場崩壊により、アメリカのゲーム機市場そのものが一時的に壊滅状況に追い込まれている。



↑「RX-78 (バンダイ)」

・第3世代(1980年代前半～1980年代中盤)

北米ではゲーム機能に加えてプログラミング機能を備えた「ゲームパソコン」と呼ばれる商品が勢力を増やし、多くのゲームメーカーがパソコンを主力に移していったが、最終的にはゲーム機能に特化し、第1・2世代より優れた性能を持つ機種が成功を収める。

日本でも同様の機種である「ぴゅう太」などが登場した。定価 59800 円。



特に、ファミリーコンピュータ (以下 FC) は、日本における家庭用ゲーム機の本格的普及を担い、北米でも海外版 FC である NES (Nintendo Entertainment System) が発売され大成功を収めた。

RPG や格闘ゲーム、2D アクションゲームなど、ゲームシステムの原型もこの時期に出来上がった。



・第4世代（1980年代後半～1990年代前半）

従来機種より2Dグラフィックスの表現力が格段にアップした。ステレオサウンドが標準になり、表現も工夫された。ゲームの複雑化・高度化も進み、対応するコントローラーも多ボタン化が進んだ。他方、複雑で表現力豊かなゲームをROMカートリッジに詰め込むには、容量不足による限界が見え始めてきた。ゲームソフトの大容量化によりコストも高騰し、9,800円以上のソフトが続出した。



このような情勢から、従来のROMカートリッジに代わりCD-ROMを媒体に利用する機種が現れた。対応タイトルは、大容量を活かしたものとなっており、後の光ディスクによるソフト供給の基礎となったが、大容量でのゲーム開発が未だに洗練されていないこともあって、この世代ではまだ、それほど成功しなかった。世界初のCD-ROMによるカセットが利用されたCD-ROM2が発売されてから多くの会社がCD-ROMによるカセットを販売するようになった。しかし、任天堂のスーパーファミコンはカセットカートリッジのまま、国内シェアを独占していた。



・第5世代（1990年代中盤～1990年代後半）

ROMカセットに代わって、光ディスクが販売パッケージの主力となった。光ディスクの欠点は読み込みに時間がかかる事だが、データ容量が大きく生産性が高いので、安価にゲーム媒体を量産可能になった。

この世代から、コンソール・ウォー（ハード戦争）と呼ばれる、ハードウェア同士の性能競争が激化し、各社とも、自社製品のゲーム機の高性能ぶりを盛んにアピールした。



単純に性能を比較した場合、Nintendo64(64bit) > PlayStation(32bit)であり、解像度も 64の方が高かった。しかしソフトの供給媒体としてはPlayStationが優れていた。N64はSFCの延長であるROMカートリッジを採用しているため、容量に制限があるという欠点があった。



カートリッジの利点は、ロード（読み込み時間）があまり無いという点で、任天堂はロードの早さを重視していた。一方、PlayStationは光学メディアであるCDROMを採用したことにより容量の制約があまりなく、生産コストが安いという大きな利点があった。そして今日まで、ゲームソフトの供給メディアは光学メディアがほとんどを占めている。

・第6世代（1990年代末～2000年代初頭）



↑ドリームキャスト(SEGA) 29,800円

3Dグラフィックの表現力が格段に上がり、インターネットとの通信や5.1chサウンドにも限定的に対応し始めた。この世代にSEGAがハード販売から撤退し、それと入れ替わるようにマイクロソフトのXboxが参入したが、日本ではあまり売れなかった。ゲーム業界全体でゲームの売上げ自体が伸び悩み、ゲーム離れと言われるようになった。



当時高価だった DVD プレーヤーとしての機能を搭載した PS2 は多く売れたが、ソフトは売れないという現象を引き起こす。逆に、欧米ゲーム市場は大きな拡大を見せ、マルチプラットフォームのタイトルが当たり前になってきた。

・第7世代（2000年代中盤～2000年末）

この世代の主要な機種は、Xbox 360 (Microsoft) , PlayStation3 (SCE) , Wii (Nintendo) の3機種である。



WiiはWiiリモコンという体感型のコントローラーを搭載し、PS3はHDに対応し、Xbox360はKinectと呼ばれるジェスチャーや音声認識によって操作できるデバイスを販売し、発売四ヶ月で1000万台を売り上げた。



(←Kinect で遊ぶ人(エイプリルフールのネタ動画より))

前世代以上に仕様が全く異なるハード(マルチプラットフォーム)が増加したため、Xbox360とPS3の売れ行きが鈍く、人気ゲームのリマスター(HD化)や、ナンバリングタイトルの発売が多くなった。それに対しWiiは今までの常識を変えた体感型として出現した為、面白さがわかりやすく普及しやすかった。しかし当時としては癖が強く、サードパーティー(第三者の会社)によるソフトのリリース対象から外れる事が多かったため、年を追うごとにWii専用のタイトルが減少した。

その結果、Xbox360 や PS3 のラインナップが充実していく中、逆に Wii は新作が不足するようになり、後継機である WiiU を前にしてローンチタイトルがほとんど無いという状況に陥ることになった。

～Xbox 360 「死の赤リング」事件～



Xbox 360 は発売当初からプレイ中の異常停止・ディスク損傷などが指摘され、一部のユーザーからの手段訴訟に発展するほどの問題が発生した。



Xbox 360 は、不十分な冷却によって、使用中に非常に高温となる事が多かった。この高熱によって CPU とマザーボードをつなぐハンダ（合金）が融解するために故障するといわれている。

発売から数ヶ月間、Microsoft は Xbox 360 の故障率を 3-5% であるとしていた。

しかし、ドイツのゲーム雑誌の記事では「3 台に 1 台故障する」と書かれ、Xbox の世界最大の小売店である 3 社（ EB Games , Gamestop , BestBuy ）によると、顧客から返品される率は 30% を超えた。

これに対し、新規出荷分については大型化したヒートシンクが取り付けられているとされるが、効果については不明である。

・第8世代 (2010年代)



主要三大メーカーの次世代機は Wii U・PlayStation 4・Xbox One である。3機種全てが北米地域で発売が優先され、特に PS4 と Xbox One では、世界の主要ゲーム市場である日本・北米・欧州の中で日本での発売が最も後回しにされることとなり、日本のゲーム市場の存在感の低下を表すことになっている。

後回しの理由は、前述の日本におけるゲーム市場が縮小したことの他、日本で新ハードを発売するにあたって、ローンチタイトルが不足していたことがもう1つの理由に挙げられる。

・PS3とPS4の違い

メイン CPU (処理) の変更。Cell→Jaguar

GPU(映像)。RSX→AMD カスタム

メモリー。XDR DRAM 256MB+V256MB→GDDR5 8GB

光学ドライブ

USB

コントローラー

光学ドライブは、Blu-ray に変更はないが、基本性能が上がっており読み込みが2倍から6倍になっている。セカンダリプロセッサが搭載されていてメインのCPUのサポートや使い分けで使用される。また、メインほどの勝利能力が必要のない作業で単独で代わりに作業したりすることもできる。また、USB2.0→USB3.0 へのバージョンアップが行われており、理論上の最大データでは約10倍の転送速度となっている。そしてコントローラーには、スピーカー・ヘッドホン端子、タッチパネルが搭載された。

・Wii と Wii U の違い

Wii U には新しくゲームパッドというコントローラーが追加されている。ゲームパッド自体に画面が付いていて、テレビがないところでの使用が可能。

・Xbox 360 と Xbox One の違い

Xbox One は、8 コアの x86 プロセッサを採用してする事で、Xbox 360 約 8 台分のパワーを得た。また、クラウドを活用する事で更なる処理能力を発揮する事ができる。そして 3 つの OS により、2 個のコンテンツを同時に楽しめ、シームレスに、瞬時に切り替える事も可能。

参考 URL

Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B2%E3%83%BC%E3%83%A0%E6%A9%9F>

Pong

<http://dic.nicovideo.jp/a/pong>

XBOX one

<http://www.xbox.com/ja-JP/xbox-one/meet-xbox-one>

PS4 と PS3 の違い

<http://matome.naver.jp/odai/2138539053056291701>

Wii U

<http://www.nintendo.co.jp/wiiu/>

Assassin's Creed for Kinect Announced! - YouTube

<http://www.youtube.com/watch?v=7NufHsmITjM>

スピーカー

スピーカーは、声や楽器音などの自然音をマイクروفフォンなどで変換した電気信号を、再び元の音波として再生する機器全般を指す。したがって入力された電気信号の波形を忠実に音の波形へ変換する必要性から、生成される音に歪みや雑音などがなるべく加わらないように設計される。現在では様々な方法で直接に電気信号として作られた音源を、音として再生するのに使われる場合もある。スピーカーの音の出る部分はスピーカーユニットと呼ばれ、これらは単体で使われることは少なく、用いられている例としては、肉声や音楽をその場で大音響にして



遠くまで伝える拡声器、携帯電話やラジオ・テレビ受信機、そして、音楽などをより原音に忠実な音で再生するための高級オーディオ機器に到るまで様々な音響製品に組み込まれ、それぞれの目的に応じた多くの形式のスピーカーがあり、現代の我々の生活には欠かせないものとなっている。

★スピーカーの歴史

1876年 アメリカで世界初の電話の一部として開発される

電気を音に変換するというシステムはこれが世界初である

1878年 日本国内での生産に成功

1914年 真空管の発明によりスピーカーの研究が本格的に始まる

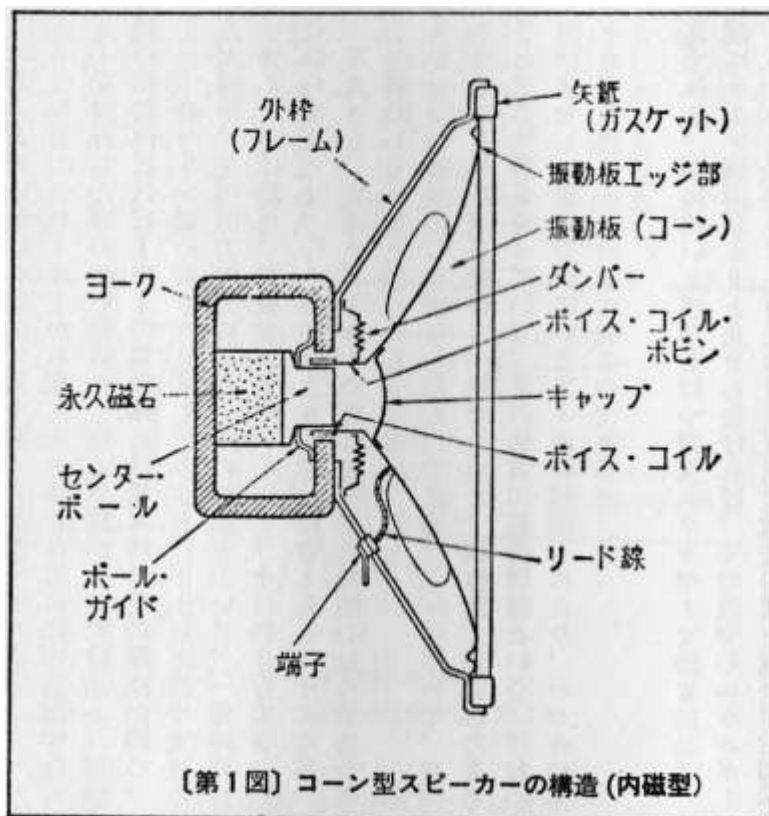
1924年 ダイナミックコーンスピーカー（現在広く使われている型）の原形が製作

これ以降のスピーカーは小型化高品質化の方向に進化していくが構造や原理はこの頃から大きくは変わっていない。全く別の方式のスピーカーも開発はされてはきた（後述）が、使い道が限定されているなど、このダイナミック式を超えるものは未だ現れていない。

★スピーカーユニットの構造

・ダイナミックコーンスピーカー

先でも記述した通り、1924年に発明されてから現在に到るまでその基本構造が変わっていないのは、この方式がシンプルで優れているからである。



ダイナミック型のスピーカーユニットにはドーナツ型の永久磁石が用いられる。このドーナツの穴にあたる円筒形の空間に、それよりわずかに直径の小さい筒「ボイスコイル」が挿入されている。ボイスコイルはコイルの一種であり、紙やプラスチックの筒に導線を巻きつけたものである。この導線に音声信号が流れると、電磁石になるためボイスコイルが波形に合わせて前後方向に振動する。ボイスコイルには振動板が直結しており、この振動板と一緒に振動することで音声信号と等しい波形の音が空気中に放射される。

永久磁石はフレームに強固に固定されるが、ボイスコイルと振動板は振動する必要があるため、ボイスコイルはダンパーを介して、振動板はその外周を取り巻くように張られたエッジと呼ばれる柔軟な膜を介して、それぞれフレームに固定される。

ダンパーとエッジは振動板をフレームに固定するサスペンションであるが、前後方向の動きだけは妨げないようになっている。また、ダンパーは振動板の固有振動を抑える役割もしている。磁気回路に使われる永久磁石には高い磁束密度が求められる。コストパフォーマンスに優れたフェライト磁石がよく使われるが、小型スピーカーには磁力の強いサマリウムコバルト磁石やネオジウム磁石なども使われる。

理想的なスピーカーに求められる性能としては、原音に忠実で歪みがないこと、点音源であること、全ての方向に同一の音圧、同一の音質で音を放射すること等が挙げられる。これらを実現するため、振動板の形状や大きさ、取り付け方法が工夫されている。

振動板の形状としては、低音用にはコーン型（くぼんだ円錐形）、高音用にはコーン型やドーム型（ふくらんだ半球形）が主流である。1980年代前半に平面型が流行したが、現在はほとんど使われていない。正面から見て真円形のものがほとんどであるが、テレビなどへの内蔵用として楕円形や多角形のものも使われる。

なお、大きなコーン型振動板の中央に小さいコーン型振動板を取り付けることで、広い帯域の再生を狙った「ダブルコーン」もある。

振動板には、分割振動や共鳴による固有振動が少ないこと、変換効率が良いことが求められる。このため硬く、内部損失が大きく、かつ軽量の素材が使われる。また、経年劣化が少ないことも重要である。これら全てを高い次元で満たす材料を求めるのは容易でない。このため、ユニットの担当する音域に合わせて素材を変えるのが一般的になっている。なお、振動板の材質として軽量なものが好ましいと言っても、限界がある。あまりにも軽量だと低音に比して中音、さらには高音の音圧レベルが高くなり過ぎるのである。

*紙

時代を問わず最も多く利用されている。適度に内部損失があり、比較的丈夫で軽量なため、廉価品から超高級スピーカーまで幅広く使われている。全ての音域に使用できるが、高音用にはあまり使われない。パルプに種々の材料を混漉することで特性を改善した紙も多く使われる。またホヤの繊維を使用するなど、バクテリアに産生させたバイオセルロースを使用した製品もある。

*高分子

ポリエステル、アラミド、ポリプロピレン、炭素繊維樹脂など。繊維状にして編むなど、ハニカム構造にして利用することが多い。主に低音～中音用ユニットに使われる。絹などの繊維を構造基材にし、強度確保や物性改善を目的にこれら高分子材料を含浸させることも行われる。

*金属

アルミニウム、チタン、ホウ素、ベリリウム、マグネシウムなど。薄く軽量化でき、ヤング率が高い反面、内部損失が小さいので固有振動が発生しやすい。このため、主に高音用ユニットに利用される。高音用は振動板が小さいため、固有振動を可聴周波数外に追い出すことができるからである。これらの金属にダイヤモンド薄膜をコーティングしたり、炭化处理、窒化处理、酸化処理、非球面加工、ダンブ剤塗布したりして、固有振動を分散化する処理も広く行われている。

*その他

合成ダイヤモンドそのものを振動板としたもの、薄くスライスした木板を振動板としたものなどがあるが、いずれも主流にはなっていない。

また紙など特定の振動板ではなく、直接に振動体（圧電振動子の耐熱樹脂ケース入など）を設置し家の壁、床、その他自動車の天井や花など共鳴するものを振動板とするスピーカーも開発されている。

・イオン型スピーカー

高圧電力によって発生させたイオンを交流電圧で振動させて音を出す方式のスピーカー。

最大の特徴は振動板がないことで理論的には過渡特性が優れていることがあげられる（楽器の生の音はスパッと出て余韻を止めた音はスッパリと音が途切れる。これがそのとおりに再生できれば、「システムの過渡特性が良い」という）。

イオン型スピーカーの代表は「イオノフォン」という商品がフランスで30年ほど前に開発され製品化されたが、それが最初で最後の製品だった。

イオン型スピーカーでは低音域の音が出せず、限定的な使い方かもしくは他の低音域の出せるスピーカーと組み合わせる必要がある。

逆に高音域は数百kHzまで出すことができ、当時は画期的なものだったが大出力に適さない上使用環境に敏感なため主流になれなかった。

・サーモホン

熱音響効果を利用し、周期的な熱の変動による圧力の変化を利用し音を発生させる。十分な音圧が得られなかったため長く忘れられていたが、カーボンナノチューブなどの新しい素材の発明に伴いシート状スピーカーなどへの応用が研究されている。

・コンデンサー型スピーカー

静電力を利用して振動板を駆動するスピーカーで静電型スピーカーとも呼ばれている。2枚の振動板を向かい合わせ直流電圧をかけてやると極同士が引きつけあう。一方を堅い物質、もう一方を薄い柔らかい物質（振動板）にする。ここにアンプからの音声電流を流すとスピーカーの振動板として機能する。

この形式をシングル型と呼ばれるが固定板と振動板の間は極めて薄く大きな振れ幅はとれないことから高音域用としてしか利用できない。実際のコンデンサースピーカーは2枚の固定極の間に振動板をはさむ形のタイプのものが主流である。この方式をプッシュプル型と呼ぶが、こ



ちらのほうが大きな振れ幅をとれるので全帯域用として利用が可能になる。

特徴として①過渡特性がいい②指向性が鋭い③直流電圧で動くといったものがある。しかしこのうち②③は純粋なメリットではない。指向性が鋭いということはある一方向にしか音が届かないとも言える上、直流電圧で動くという事は一般的な家庭用電源では用いる事ができない事を意味する。こうした特徴のためか、昔はコンデンサー型スピーカーも多く市販されていたが現在はほとんどなく、据え置き型スピーカーとしてはイギリスの **QUAD** が最も有名である。

日本の **STAX** も昔は多くの据え置き型コンデンサー型スピーカーを出していましたが、現在はヘッドフォン専用メーカーとなっている。

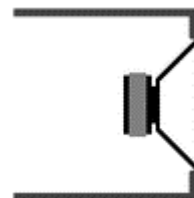
★エンクロージャー

エンクロージャーとはスピーカーユニットを取り付ける箱もしくは板のことである。音には障害物の向こうに回り込む性質（回折）があ、低音になるほど顕著である。このためユニットをむき出しのまま使うと、裏から出た低音が前に回り込んで打ち消しあい、低音が小さくなってしまう。そこで、ユニットをエンクロージャーに取り付けることで裏から出た音を遮断するのである。ユニットをエンクロージャーに組み込んだものをスピーカーシステム（または単にスピーカー）と呼ぶ。ほとんど全てのスピーカーはこの状態で市販されている。

このエンクロージャーにも様々な種類があり、その形や材質で音質が変わる。

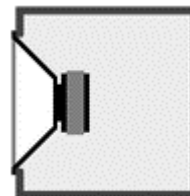
平面バッフル型/ダイポール型

平面バッフルは、スピーカーユニットを単なる板に取付けたものである。板によってユニット背面の音を遮るという単純なものである。より低い帯域の音は回折によって前面にまわりこむ事となるので、それを防ぐにはできるだけ大きな板に取付ける事が必要。それには限界があるので、板の四隅を折り曲げた格好にして、後面のみが開いた箱状にする場合もあり、これはダイポール型と呼ばれる。振動板重量が軽く、かつ磁気回路が弱いユニットに向く。



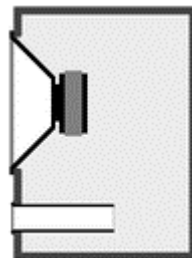
密閉型

密閉型は箱を密封し、振動板背面から発せられる音の影響を完全に遮蔽する。癖の少ない素直な音質が特徴である。反面、エンクロージャーが過小でスピーカーユニットの磁気回路が非力な場合、振動板の動きが制限され、低音の少ない詰まった音になりやすい。振動板重量が重く、かつ磁気回路が強いユニットに向く。



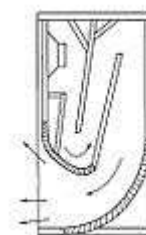
バスレフ型

バスレフ型は、エンクロージャーの前面や背面に筒状の貫通穴を設け、ヘルムホルツ共鳴の原理でユニット裏面から発せられた低音を共振、増強する。これが振動板の前面から発せられた低音に加算され、豊かな低音が得られる。反面、共振周波数よりさらに低い低音がほとんど出なくなる。また、設計が悪いと音に癖が付いたり、貫通穴のところで風切り音が出たりする。設計によりユニットの適合範囲が広い。



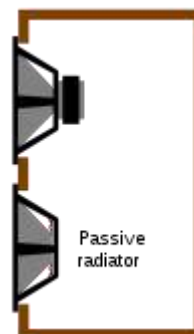
バックロードホーン型

バックロードホーン型は、エンクロージャーの内部に、少しずつ太くなってゆく音の道（ホーン）が折りたたまれており、箱のどこかにホーンの出口がある。振動板の裏側から出た音のうち低音はホーンで増強され、中音高音は折り曲げ構造により減衰し、出口から放射される。バスレフ型に比べて低音増強効果は大きいですが、反面、バスレフ型ほど低い帯域まで低音を増強させる事は困難である。設計や製作に手間がかかる。自作スピーカーや、海外メーカーの超高級品に使われている。



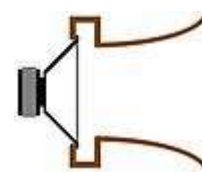
ドロンコーン型

ドロンコーン型は、エンクロージャーにスピーカーユニット以外にドロンコーンと呼ばれる物を取付ける方式である。ドロンコーンは電磁気回路を持たないスピーカーユニットであり、同じエンクロージャーに取付けられたスピーカーユニットによって、受動的に動作する事になる。



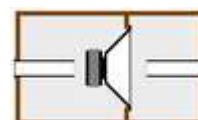
フロントロードホーン型

フロントロードホーン型は、上記の形式がユニット後部の音に手を加えるものであるのに対して、ユニット前面の音に手を加えるものである。フロントロードホーン型においても、ユニット後面の音に手を加える必要があるため、上記の方式と組み合わせる事になる。密閉型との組み合わせが多い。バスレフ型と組み合わせたものは、コンビネーションホーン型と呼ばれる。



ASW 型

ASW 型は、スピーカーユニットの前後両面にバスレフ型のエンクロージャーを、あるいは片方に密閉型のエンクロージャーを取付けたものである。スピーカーユニットの中高音を全て封じ込めてしまう。



参考文献

Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%94%E3%83%BC%E3%82%AB%E3%83%BC>

大山美樹音のスピーカー自作道

<http://www.diyloidspeakers.jp/6000html/speaker-unit/iongata-sp.html>

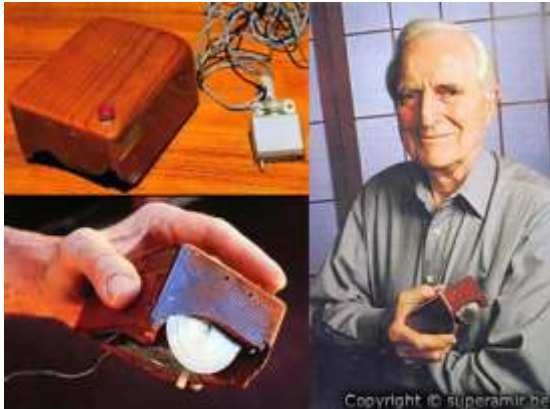
スピーカーを発明した人は誰でしょうか - 音響教育調査研究委員会

<http://asj-edcom.acoustics.jp/doc/loudspeaker.pdf>

マウス



～マウスの発明者～



マウスは、エンゲルバート氏のアイデアノートから生まれた。

1961年、画期的なポインティングデバイスを思いつき、その絵を自分のノートに記した。

1963年、NASAが画面選択デバイスに関するプロジェクトに資金を提供するという発表を知り、SRIのエンジニアであるビル・イングリッシュ氏にそのノートを手渡し、作成してもらったデバイスこそが、世界最初のマウスと呼ばれるのである。

1967年にマウスの特許を申請し、1970年にその特許を取得。特許のタイトルは、「X-Y position indicator for a display system (表示システムのためのX-Y位置指示器)」。マウスといっても、世界初のマウスは初期のマウスのようなボール式ではなく、縦方向と横方向に回転する金属製のホイールをそれぞれ1基ずつ備えた木製のマウスだった。

マウスという名前の由来

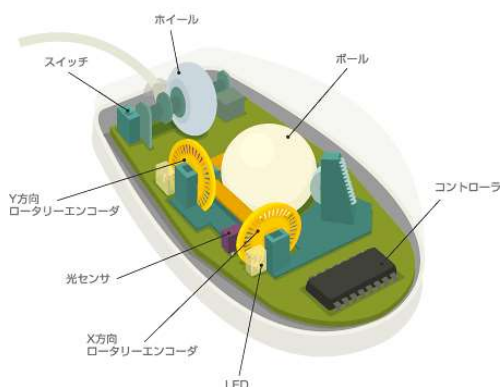
「マウス」という名称はネズミの英語名「Mouse (マウス)」に由来する。現在市販されている有線式マウスは、パソコンとの接続に使用するケーブルがボタンの前面に配置されているが、最初に作られたマウスはケーブルが後ろに配置されていた。マウスボタンを目に見立てると、まさに「マウス (ネズミ)」に見えたからだといわれている。しかし、マウスの名付け親は、現在も特定されていない。ちなみに、画面上に表示されるカーソルは「バグ」と呼ばれたが、残念ながら「バグ」という言葉は定着しなかった。

～マウスの種類～

大きく分けて機械式(ボール式)マウスと光学式マウスに分けられる。マウスの作動原理と基本構造は、エンゲルバート氏のデモから現在に至るまで変わっていない。

機械式(ボール式)マウス

機械式マウスの構造



マウスを操作する動きは、水平方向(X軸方向)と垂直方向(Y軸方向)に、それぞれどれだけ動いたかによって表せる。たとえば、斜め右上の方向への動きは「 $x=2, y=3$ 」といった座標になる。その間のプロセスをどんどん細かく分割してみると、「 $x=0, y=0$ 」→「 $x=0.0001, y=0$ 」→「 $x=0.00011, y=0$ 」→「 $x=0.000111, y=0.00001$ 」……

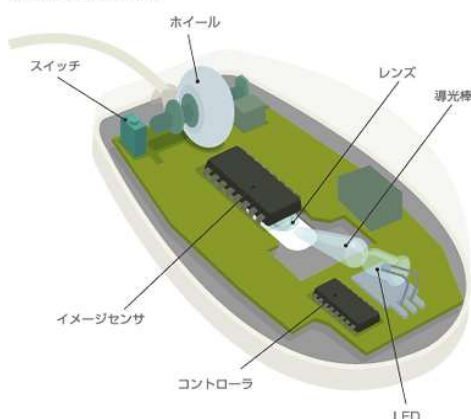
となる。この一連の動きを連続的に把握し続けると、画面上に表示されているポインタを自在に操って、任意の場所をポインティングしていく事ができる。

機械式マウスの作動原理

動きの方向と量を把握するため、機械式マウスでは 1 個のボールを、垂直方向、水平方向それぞれ 1 個ずつの「ロータリーエンコーダー」で挟み込んでいる。マウスを操作すると、底面から突出して机やマウスパッドなどに接触しているボールが動きに合わせて回転し、その動きがロータリーエンコーダーを回転させる。回転した量は光学センサーに読み取られ、コントローラーが x 軸方向、y 軸方向の移動量に換算してからカーソルの移動する方向と量を判断し、パソコンにその情報を伝える。つまり、機械式といっても、動きの検出は光学的に行なっているわけだ。

光学式マウス

光学式マウスの構造



機械式マウスに対して、一般的に「光学式」と呼ばれる構造のマウスがあり、現在はこちらが主流になっている。機械式マウスはその構造上、ロータリーエンコーダーのローラー部分などにホコリが溜まって巻き付いてしまいやすいのが難点である。そうなるとうボールが滑ってしまったりして、作動不良を起こすことがある。いったん分解して清掃すれば元通りに動くが、度重なる面倒なものであり、一般的にはその手の機器を分解すること自体に抵抗がある事も否めない。光学式マウスは、そのようなメンテナンスを不要とすることと、より精緻なポインティングを実現する事を目的に開発された。

光学式マウスの作動原理

光学式マウスは、その名の通りに光とイメージセンサによって x 軸方向、y 軸方向の移動量を読み取って判断する。机やマウスパッドなど、マウスが置かれている場所に光を照射し、その部分の状態をイメージセンサが「模様」として読み取る。読み取った模様のパターンは保持され、その後の動きに対して、特定の模様がどのように移動していくかをキャプチャし続ける事で、x 軸方向、y 軸方向の移動量を算出する。

最近の光学式マウスは、照射光にレーザーを使うことで「レーザー式」とも呼ばれる。レーザーセンサは、それまで使われていた LED に比べて 20 倍高いコントラストで照射面をキャプチャできるようになった。LED から発せられる可視光では、光沢のある平面などを照射する状態で乱反射を起こしやすかったが、レーザー光は均一な方向に進むために乱反射が起らず、イメージセンサが照射面の「模様」を精緻に捉えることが可能になった。

マウスの情報を読み取るセンサーは、赤色 LED 方式、レーザー方式、青色 LED 方式の三種類がある。

| | ← 可視範囲 → | | | | | | | | |
|--------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 色あい | 赤外線 | 赤 | 橙 | 黄 | 緑 | 青 | 藍 | 紫 | 紫外線 |
| 波長(nm) | 100 μm~780nm | 780~610 | 610~590 | 590~570 | 570~500 | 500~460 | 460~430 | 430~380 | 380~1 |

各センサーの特徴

赤色 LED 方式

光学式の初期から使われているセンサー方式。現在は価格が安く、モノによっては数百円で購入できる。ただし、センサーの感度は低く、つるつるとした光沢のある面や無地の面ではマウスポインターの動きが悪くなる。

レーザー方式(赤外線)

赤色 LED の代わりにレーザー光線を用いたセンサー方式。センサーの解像度が劇的に向上し、ガラスの様な透明な面でない限り正常に動作するようになった。ただし、布の様な立体的な面は動作が不安定になるので、平らな面で操作する必要はある。

青色 LED 方式

一時期話題になった青色 LED を用いたセンサー方式。レーザーの色が文字通り青色で、なんとカーペットやガラステーブル、透明シートの上でも問題なく動作可能である。光のエネルギーは、赤色より青色の方が高いので、同じ”量”の光を出した場合、赤色の光より、青色の光の方が電池の消費が速い。現に、ワイヤレスマウスの消費電力をレーザーと青色 LED で比較すると、電池寿命はレーザー方式の方が長い傾向にある。

有線マウスと無線(ワイヤレス)マウス

マウスには機械式と光学式以外に有線と無線の違いがある。有線マウスはどれもケーブルを用いて PC と接続しますが、無線マウスは接続方法が大きく 2 通りあり、1 つはそれぞれの会社独自の受信機と電波を使用して接続するものと、もう 1 つは Bluetooth(ブルートゥース)という携帯端末向けの情報通信規格を用いるもので、この場合は PC に Bluetooth が内蔵されていれば受信機を必要とせず、Bluetooth に対応している無線マウスならばどこの会社のもので接続することができる。

有線と無線のそれぞれにメリットとデメリットがあり、一概にどちらのほうが優れているということとはできない。自分がどのように PC を使いたいのか・好みや見た目などにあわせてマウスを選ぶ事になる。

有線マウス

メリットとしては無線マウスに比べて軽く、PC と直接つないでいるのでラグ(実際に手を動かした瞬間からマウスカーソルが動き始めるまでの時間差)が無く、作業環境に左右されず安定した動作が可能。

デメリットは PC の周りがゴチャゴチャしやすく絡まったり引っかかったりして、ストレスを感じる事がある点。

無線(ワイヤレス)マウス

メリットはコードがないため絡まる事がなく、PC の周りがスッキリとしてストレスを感じにくい。

デメリットは PC からの電力供給がないため、マウス側にも電力として電池が必要になる点。当然その分重くなり、電池の交換も必要になるため手間がかかる。充電式のものもあるがどちらも電池切れになると操作ができない。

マウス以外のポインティングデバイス

ポインティングデバイスとはディスプレイ画面上に表示されているポインタやアイコンに対して、直感的な入力操作により入力位置や座標を指示できるデバイスの事。ポインティングデバイスは使用する用途によって使い分ける。ここでは、マウスと似た性質を持っているポインティングデバイスの概要を紹介する。

トラックボール

上面についている球体(ボール)を手で回転させて、読み取らせた回転方向や速さに応じて操作をする。操作は、マウスのように装置そのものを持って動かすのではなく、指先や手のひら(機種によっては足にも対応)を使ってボールだけをその場で回転させる事で行う。その操作の特性上、操作のための広い面積や腕全体を動かす必要がなく机上の狭いスペースでも使用できる。

機器のある一部分に固定して設置できる事や、手のない人・身体は思うように動かせないが、指先だけは正常に動かせる人など、身体障害者も利用可能な事から、画像診断装置(超音波診断装置など)の様な医療用途の他、工業用や軍事用と公共施設に設置されているパソコンにも多く用いられる。また、子供でも操作しやすい事から、子供向けとしてデザインされたトラックボールもいくつか存在する。

タッチパッド

平板状のセンサーを指でなぞることで操作をする。メーカーによりスライドパッド、トラックパッドなどとも呼ばれる。多くのノートパソコンに採用されているほか、デジタルオーディオプレーヤーや携帯電話、インターネット AQUOS (タッチパッドリモコン) など、ノ

ートパソコン以外の製品への搭載例も増加している。

また、少数ながら、パーソナルコンピュータ用キーボードに組み込んだ製品やタッチパッド単体での製品も存在する。マウスやジョイスティック、トラックボールなどの他のポインティングデバイスに比べて「設置面積が小さい」「腱鞘炎などになりにくい」などの利点がある。

～マウスにまつわる知識～

リフトオフ・ディスタンス

ボール式はボールが回転した時点でマウスが動きを処理するが、光学式やレーザー式といったものは物理的に触れることなく動きを処理する。マウスを机上から数ミリ浮いていてもマウスカーソルが動く距離があるが、この限界距離を、“リフトオフ・ディスタンス”と言う。リフトオフ・ディスタンスが長いと、「マウスを浮かした時カーソルも若干動いてしまう」「マウスをベストポジションに移動させる時カーソルが動いてしまう」などといった問題が挙げられる。つまり、リフトオフ・ディスタンスは短ければ短いほど良いと言える。

解像度 (DPI,CPI)

マウスには、マウス本体が 1 インチ移動した際にどれだけ移動情報が発生するかを表す“解像度”がある。単位は DPI (Dots Per Inch) 又は CPI (Counts Per Inch) で表す。1000dpi の解像度を持つマウスであれば、マウスを 1000 分の 1 インチ動かした際に、1 カウントの移動情報が発生する。つまり、高解像度のマウスの場合は少しマウスを動かすだけで移動情報が発生するのに対し、低解像度の場合は大きくマウスを動かさなければ移動情報が発生しないようになっている。

センシティブティ

これは、基本的にマウスカーソルの移動速度の値と考えて良い。マウスカーソルの移動量は解像度で発生した移動情報を一定ピクセル数に換算することで決まる。その比率を決めるのがセンシティブティでその比率は可変である。仮に、この比率を「移動情報 1 カウントで 10 ピクセル動く」という設定にすると、どれだけ細かく動かしてもマウスカーソルは 1 ピクセル単位での移動は出来ない。逆に「移動情報 1 カウントで 1 ピクセル動く」という設定にすると、1 ピクセル単位で動かすことが可能になり、清らかな動きになる。

ピクセルジャンプ

マウスカーソルが飛んでしまうピクセルジャンプ (スキッピング、カーソル飛び) という現象。意図しないマウスカーソルの動作が発生する“ネガティブアクセラレーション”という問題のひとつである。原因は、マウスパッドとの相性や OS・ドライバ、センサーなど色々と考えられる。またマウスとパソコン間のデータ緩和の可能性も高く、マウスの解像度が

高ければ高いほどネガティブアクセラレーションが起きやすいとも考えられる。最も効果のある解決方法は、相性の良いマウスパッドを購入する事。

～将来マウスに代わるかもしれない技術～

Leap Motion

Leap Motion(リープモーション)とは、2012年にLeap Motion社から販売された、手のジェスチャーによってコンピュータが操作できるデバイス。マウスや画面タッチを用いずに操作ができる体感型のシステムでジェスチャーによって直感的な操作が可能。専用機器により両手と指10本をそれぞれ独立して同時に認識する事ができ、マウスやタッチスクリーンよりも正確で素早く、キーボード並みに確実なデバイスである。

視線検出技術

PC使用者がどこを見ているか、見つけ出す技術。この技術をPC操作に応用すると、PCの画面内のどのあたりをPC使用者が見つめているのかをキャッチして、自動的に操作する。視線検出技術はPC使用者がどこを見ているかを目の動きを検出して判断します。目のうち動かない部分と動く部分を見つけ、動く部分に対する動かない部分の位置に基づいて視線を検出する。

～参考 URL～

<http://ja.wikipedia.org/wiki/トラックボール>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/タッチパッド>

http://ja.wikipedia.org/wiki/Leap_Motion

<http://www.moxbit.com/2011/03/mouse-lecture-no2.html>

<http://kogures.com/hitoshi/history/mouse/index.html>

<http://news.livedoor.com/article/detail/3617086/>

<http://jp.fujitsu.com/group/labs/techinfo/techguide/list/eye-movements.html>

タッチパネル



タッチパネルとは

タッチパネルとは、液晶パネルのような表示装置とタッチパッドのような位置入力装置を組み合わせた電子部品であり、画面上の表示を押すことで機器を操作する入力装置である。主に直感的に扱えることを要求する機器に組み込まれることが多い。タッチスクリーン、タッチ画面などとも呼ばれる。

タッチパネル（タッチスクリーン）の歴史

・1960年代

1965～67年にイギリスのマルバーンでロイヤルレーダー設置の際に E.A.ジョンソンによって最初の静電気容量式タッチスクリーンが発明された。また、1968年には航空管制のためのタッチスクリーン技術に関する論文が発表された。

・1970年代

1971年にケンタッキー大学の講師であった S.ハースト (Elographics 社の創設者) によってタッチセンサーが開発された。“Elograph”と呼ばれるこのセンサーは現代のもののように表面が透明なものではなかった。1974年には S.ハーストと Elographics 社によって透明な表面を組み込んだ初めてのタッチスクリーンが開発された。1977年、Elographics 社は現在最も多く使われているタッチスクリーン技術である抵抗性タッチスクリーン技術を開発し、特許を取得した。



・1980年代

1983年にコンピュータ製造会社であるヒューレット・パッカーは家庭用コンピュータにタッチスクリーン技術を組み込んだ HP-150 という製品を発表した。この製品は指の動きを検知して画面を操作することのできる赤外線センサーが組み込まれていたが、赤外線センサーがホコリを吸着してしまい、頻繁に掃除が必要になるといった問題をかかえていた。



・1990年代

1990年代にはタッチスクリーン技術を使ったスマートフォンやパッドが作られた。1993年に Apple 社は手書き文字認識機能を搭載した NewtonPAD を発売し、IBM はカレンダー、メモ帳、ファックス機能、電話の機能を有し、タッチスクリーンでの操作を特徴とした Simon と呼ばれる世界初のスマートフォンを発売した。



- ・ 2000 年代

2002 年にマイクロソフト社は WindowsXP のタブレットエディションを導入し、タッチ技術への参入を開始した。また、2007 年の Apple 社による iPhone の発売以降、タッチスクリーンをもつスマートフォンの人気が増大した。



タッチパネルの使われている製品

- ・ 銀行の ATM

預金（金銭）の引き出し・預入・払込・振替・送金（振込）といった様々な金融機関の窓口で行う操作を機械で代行させるため、操作種類の多さにも迷わず操作できるよう、画面上に機能を集約させることで、それらすべての操作を同じ画面上で行うことができる。



- ・ 自動販売機（自動券売機）

自動販売機でも、鉄道切符の券売機の場合、行先や利用列車・年齢（大人/子供）で様々な組み合わせが発生する。タッチパネルを使用した券売機では行先の駅名を選択するなどの購入方法も選択できるほか、海外からの旅行者向けに原語表示の切り替えが可能なものもあるなど、従来の料金ごとのボタンが並んでいるものに比べて操作が簡単になっている。また、指定席券や定期券などの従来は窓口でしか販売できなかったものも販売できるようになった。

- ・ 携帯電話・スマートフォン

2007 年に発売された iPhone とそれ以降に発売されたスマートフォンでは、ほとんどの操作をマルチタッチが可能なタッチパネルに集約し、物理的なボタン数は最小限のものとしている。

- ・ デジタルオーディオプレーヤー

電源ボタンなどの一部の機能キーを残して、キーボードやポインティングデバイスを廃し、表示部分と操作部分をタッチパネルとして一か所にまとめる方式が一般的である。

- ・ 携帯ゲーム機

タッチパネルを安価で壊れにくく作れるようになったため、ニンテンドーDS などのゲー

ム機にも搭載されるようになった。2011年12月には画面表面と背面の両方にタッチパネル搭載したPlayStation Vitaが発売された。



- 電子辞書

手書き入力機能などにタッチパネルが使われている。

- 複写機、ファクシミリ、プリンター/FAX/スキャナー複合機

タッチパネルで操作を案内しながら順を追って設定することができる。

- カーナビゲーション

停車中に道筋設定や施設名検索を操作できる。安全のため、運転中に操作できないようになっているものも多い。一部機種ではリモコンや音声認識を組み合わせることも可能で、カーオーディオの機能を内包したものもある。

- マルチメディアステーション

コンビニエンスストアに設置されている多機能端末。

- アーケードゲーム

競馬ゲーム・ビンゴゲーム等の一部機種に長く採用されており、2002年ごろからはネットワーク対戦機能を持つ機種を中心に導入作品が急増している。

原理

(1) マトリクス・スイッチ

網目状(マトリクス)に電線を配線し、縦横の電線の交点に押しスイッチを設ける。押されたスイッチで、どの縦線と、どの横線が回路的に接続されたかを調べることで、スイッチの位置を調べることができる。この網目状の交点にスイッチを配線する方法は、キーボードのようにたくさんのスイッチの押された位置を調べる回路などでも使用されている。

特徴

- 高密度に配置したスイッチや配線により、透明度が劣る
- 多数のスイッチや配線が必要となるため、高価になる
- 多数のスイッチや配線により、重量やサイズが大きくなる

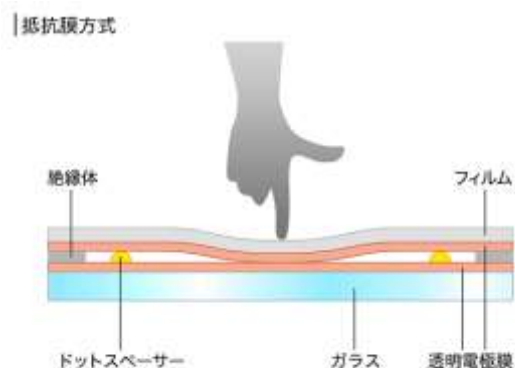
(2) 抵抗膜方式

透明電極を構成する金属薄膜は抵抗を持っている。対向する2枚の抵抗膜のうち1枚に対して電圧をかけておくと、操作した位置に応じた電圧が2枚目に発生する。電圧を検知する事によりアナログ量として操作した場所を検知することができる。

特徴

- 面積が大きくなればなるほど精度が下がる
- 金属薄膜を2枚必要とするために透明度が劣る
- 押さえるものは指でなくとも良い

前者はマトリクス・スイッチ構造を応用し複数のエリアを独立して検知することで回避でき、後者は抵抗膜方式の本質的な構造によるもので材料を工夫する以外の対処方法はない

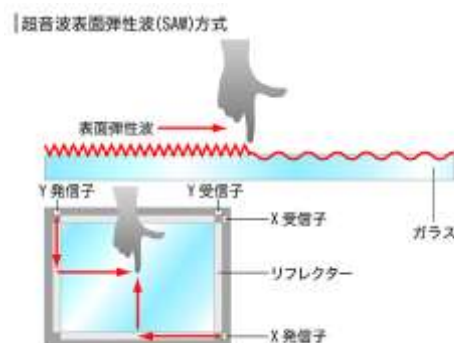


(3) 表面弾性波方式

剛性の高いガラスなどの基板の複数の隅に圧電素子を取り付けて振動波を発生させる。板に触れていると固定点となり、振動波はそこで吸収され一部は跳ね返る。跳ね返りを圧電素子の電圧の発生によって検出する。各々の反射時間を計測して指などの接触した場所を検知することができる。超音波方式とも呼ばれる。

特徴

- 抵抗膜方式に比べて視認性に優れる
- 構造的にも堅牢で寿命が長い
- 抵抗膜方式同様に、押さえるものは指でなくとも良い

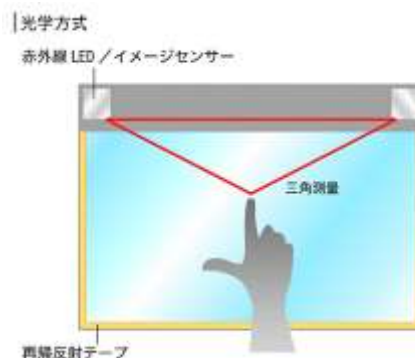


(4) 光学方式

主に赤外線 LED が光源であり、透過型ではこの赤外光を遮断することで位置を検出するが赤外光だけではスイッチの押し下げを感知できない。反射型では操作面の周囲に赤外線 LED とそのセンサーに厚みをつけて配置する為の額縁が必要となる。光センサーと液晶を一体化したパネルを使用した物もあり、指やペンの影や反射光を検知する。

特徴

- 日光の入る野外やその近くでは使用できない
- 水やほこりに強い
- 耐久性に優れる



(5) 電磁誘導方式

電磁誘導方式では電子ペンと呼ばれる専用のペンが必要となる。

磁界を発生する専用ペンで画面をタッチすることで、パネル側のセンサーが電磁エネルギーを受け取り、位置を検出する。

特徴

- 指や汎用ペンでは入力できない
- 周辺環境の影響や不意に画面を触ってしまうことでの誤動作がない

(6) 静電容量方式

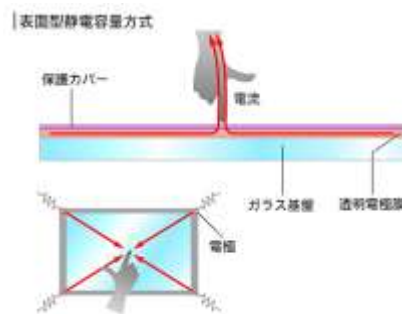
静電容量方式のタッチパネルには2種類があり表面型と投影型がある。両方とも指先と導電膜の間での静電容量の変化を捉えて位置を検出する。指がセンサーの表面に近づくだけで静電結合が起きる性質を活かして接触する前にカーソルを表示するといった表現や操作も可能である。

i. 表面型

カバー、導電膜、ガラス基板の3層から成り、導電膜はガラス基板の上に張り付き、ガラス基板の四隅には電極が設けられている。導電膜によって均一な電界が形成される。指が画面に触れると駆動回路からの微弱電流が隅の端子、導電膜、カバーをすり抜けて、指を経由して大地を含む周辺環境と駆動回路との間で閉回路を構成する。駆動回路側で四隅の端子の電流量の比率を計測することで指の位置を判別できる。

特徴

- 指で押さなければならない
- 水中では使えない
- 安価である
- 大型化しやすい

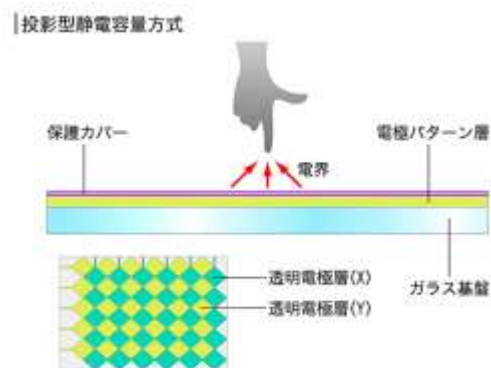


ii. 投影型

投影型の静電容量方式は指先の多点検出（2点以上の接触）が可能である。絶縁体フィルム、電極層、制御ICを搭載する基板層の3層から構成される。絶縁体フィルムの下に電極層にはITO等の透明電極によって縦横2層からなる多数のモザイク状電極パターンがガラスやプラスチックなどの基板上に配置される。指が触れるとその付近の電極の静電容量の変化を透明電極層(X)と透明電極層(Y)から知ることによって位置を精密に判別できる。大型タッチパネルでは検出用電極からの配線は別の金属配線層によって抵抗を小さくしている。

特徴

- 指で押さなければならない
- 水中では使えない
- 端子数が多く、IC や配線も含めて製造費が高い
- 縦と横に走る多数の電極列によって、多点検出が可能
- 実用性が高く、タブレット型の携帯端末に多く採用されている



タッチパネルの利点・欠点

利点

- 画面上の操作説明に入力動作が反応するため、直感的に分かりやすく、操作が簡単になる。
- 入力装置と表示装置が一体化されるため、装置全体の小型化が期待できる。
- タッチパッドやポインティング・スティックを使ったソフトウェア・キーボード入力よりも入力が早い。
- 物理的なボタンがなくとも、ソフトウェア次第で多彩な操作性を実現できる。



タッチパッド



ポインティング・スティック

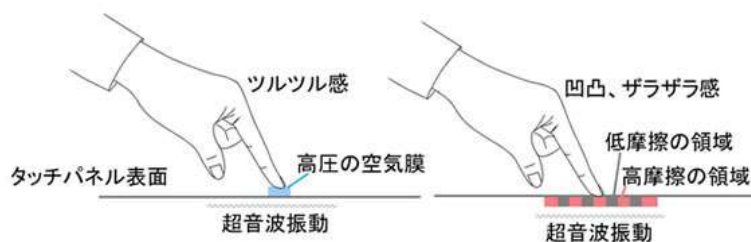
欠点

- 汚れで画面が見えにくくなることがある。
- 指先での細やかな操作を苦手とする方式では、意図しない選択を検出することがある。判定を厳しくすると、強く押さないと検出されないものがある。
- 一般にキーボードほどの素早く正確な入力は不得意。
- 押しボタンと異なりクリック感が無く、入力動作がざちちくなる場合がある。アニメーション(視覚効果)や音を出す、振動を与えるなどのフィードバックが工夫される。
- パネル部分は物理的なボタンが無い平面のため、触覚に頼る視覚障害者の利用は非常に困難。特に駅の自動券売機や銀行のATMのような不特定多数の人が利用する公共性の高い装置で、音声による指示や物理的な押しボタンとの併用が必要。
- 押しボタンとの併用時に役割の違いが混乱の元となる場合がある。

これからのタッチパネル

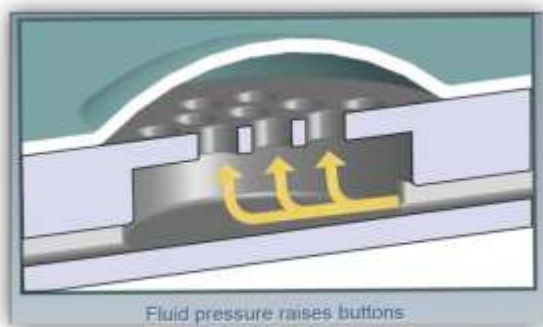
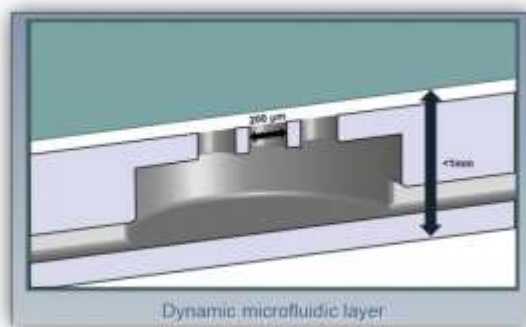
・触感を変化させるタッチパネル

タッチパネルに対して、超音波振動を加えることにより、表面の摩擦を変化させ、様々な触感を再現するタッチパネルを株式会社富士通研究所が開発した。



触感実現の原理

Tactus Technology 社はタッチパネル上に凹凸の物理ボタンが浮かび上がる技術「Tactus Tactile layer」を開発した。通常時はタッチパネルがフラットな状態であり、必要な時にだけ物理ボタンが浮かび上がる。これにより、タッチパネルの弱みであった指先の触感フィードバックと、任意の場所をボタンにできる強みを両立することが可能になった。

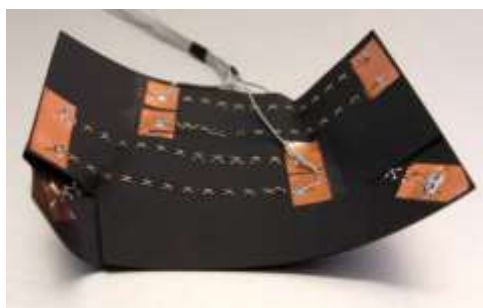


・曲面を利用したタッチパネル

有機 EL ディスプレイは多くのスマートフォンに採用されており、画面の美しさにおいて評価が高い。さらに有機 EL ディスプレイの特徴として画面を曲げることが可能である。LG 社の「G Flex」などに使用されている。

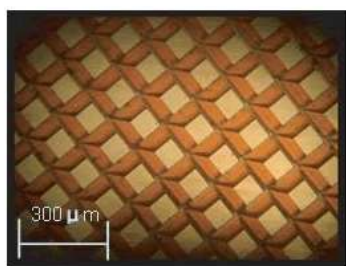
カナダのクイーンズ大学の Human Media Lab の研究グループが、メール着信時などに自動で変形させるスマートフォン「MorePhone」を発表した。

MorePhone は薄く、折り曲げ可能な電気泳動ディスプレイを採用しており、裏側に配置された形状記憶合金線の伸縮により、形状を変化させる。

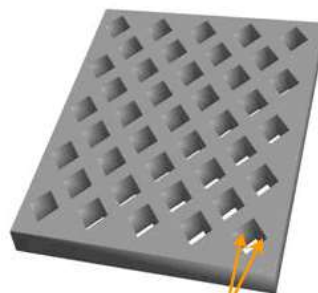


・空中で操作できるタッチパネル

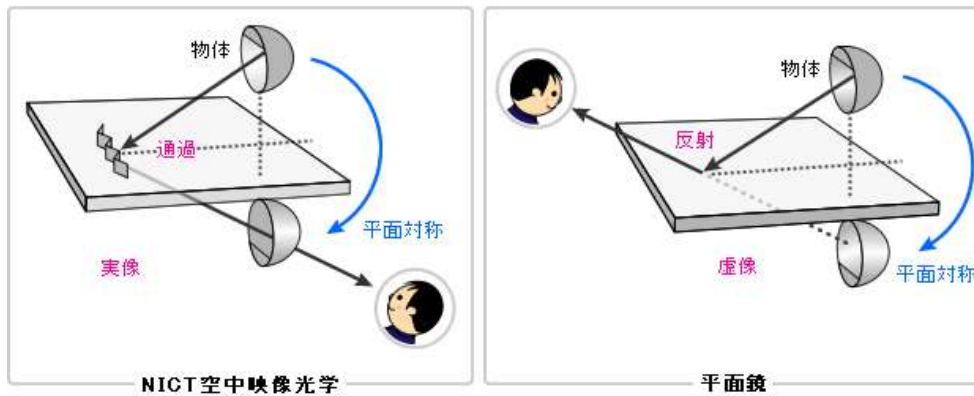
フローティングタッチパネルは情報通信研究機構 (NICT) によって開発された空中に映像が映し出される「空中映像」に触れると、赤外線センサーの感知によるタッチ操作を可能にする技術。独自に開発したマイクロミラーを多数並べた光学素子を使い、凸レンズや凹面鏡のように空中に画面を結像させる技術が利用されている。これに赤外線タッチパネルを組み合わせることで、空中に映してある映像を操作することができる。ソニーの Xperia sola などに使用されている。



拡大写真



マイクロミラー (2面コーナリフレクタ)



出典

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BF%E3%83%83%E3%83%81%E3%83%91%E3%83%8D%E3%83%AB>

<http://inventors.about.com/od/tstartinventions/a/Touch-Screen.htm>

<http://kbrunomt.wordpress.com/2012/12/11/final-project-touch-screen-iphone-draft/>

<http://www.technoveins.co.jp/technical/touchpanel/structure.htm>

http://www.eizo.co.jp/eizolibrary/other/itmedia02_08/

<http://ednjapan.com/edn/articles/1206/20/news087.html>

<http://o2o.abeja.asia/?p=2684>

<http://j-net21.smrj.go.jp/develop/digital/entry/001-20091014-01.html>

<http://www.sophia-it.com/content/%E3%83%95%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%86%E3%82%A3%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%82%BF%E3%83%83%E3%83%81%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AC%E3%82%A4>

<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/02/24.html>

センサー



概要

センサーはトランスデューサーの一種であるが、センサーという言葉は、トランスデューサーのみを指す場合と、トランスデューサーに増幅・演算・制御・出力等の機能を合わせた装置を指す場合がある。

トランスデューサーとは測定、情報転送を含む様々な目的のために、ある種類のエネルギーを別のものに変える装置で、通常電氣的、電子的な素子または電気機械である。

センサーは日常生活のあらゆるところで使用されている。特に、自動車、機械、航空宇宙、医学、産業およびロボット工学などで大いに使用される。

センサーの起源

世界初のセンサーは温度計だといわれている。温度計の誕生には諸説あり、ガリレオ・ガリレイは 1592 年、球部がついたガラス柱を水面に倒立させ、球部を暖めることで水面が変化することを示す空気温度計を発明した。

●赤外線センサーの歴史

赤外線センサーの歴史は、元来軍用戦闘機ミサイルの追尾用センサーとして開発されたものである。今日でも携帯電話や警報装置といった様々な電子機器に組み込まれているのが「赤外線センサー」であり、赤外線を受光して、その光を電気信号に変換して必要な情報を得ている。

また、赤外線センサーは動作原理の違いで、熱型赤外線センサーと量子型赤外線センサーという 2 種類に大別されている。熱型赤外線センサーは感度や応答速度は遅いものの、波長帯域が広く常温で使用できるため扱いやすい。防犯カメラなどに使用されている。

一方、量子型赤外線センサーは熱型赤外線センサーに比べて検出感度が高く、反応速度が速い。スキャナーに使われることがあるフォトダイオードやフォトトランジスタなどに使用されている。

●湿度センサーの歴史

湿度センサーの歴史は古く、もっとも古い発明は「毛髪湿度計」とされている。動物の毛は濡れると伸び、乾くと縮む性質を持っている。

脱脂した毛髪を用いた伸縮式湿度計は、今日でも公共の気象観測に用いられ、棒状の湿度計を熱電対やサーミスタに置換して電子化したものは工業分野で利用されている。

分類

出力信号の処理における分類

センサーによる測定は、その出力信号の処理の仕方によって以下に分けられる。

●測定された値が直接読める物

センサーからの信号を、直接人間が判読する場合には、人間が認識可能な媒体（光や音など）に置き換える。

例 水銀温度計

●測定された値を人間が判読可能なように変換する必要がある物

センサーからの情報を、電子回路が処理できるように、一旦電気信号に置き換える。電子回路が取得した信号は、コンピュータおよびディスプレイを通して測定結果を読むなど人間が読めるように変換する必要がある。

例 デジタル式体温計

●測定された値を人間が判読しない物

センサーからの情報を電気信号に置き換えて、処理・蓄積し、システムをコントロールするために使う。人間の関知しないシステム内部で、システムの性能・安定性・安全性を向上

する。

例 自動車の衝突被害軽減ブレーキ

測定対象における分類

センサーの特性は物理特性と時空間特性に分類することができる。

●物理特性とは、音声や光などの物理的な情報を感知する特性である。

例 マイクロフォン

マイクロフォンは、音を電気信号に変換する機器である。音声によって導体が磁界中で振動することによって、起電力が生じ、音声信号が得られる。

例 光センサー

光などの電磁気的エネルギーを検出するセンサーである。光電効果を利用するものと熱効果を利用するものがある。

●時空間特性とは、速度や位置などの時間や空間に関する情報を感知する特性である。

例 ジャイロスコープ

物体の角度や角速度を検出する計測器。角速度を検出する方法は大きく2つに分けることができ、力学的な慣性を利用する方法と光学的な干渉を利用する方法がある。

船や航空機やロケットの自律航法に使用される。最近ではカーナビゲーションシステムや自動運転システム、ロボット、スマートフォン、デジタルカメラ、無人偵察機などでも用いられている。

例 光位置センサー

光位置センサーは、光のスポットの光量の「重心」の位置を求めることのできるセンサーである。レーザーポインターと組合せて、三角測量方式の変位センサーなどに利用される。

光量に応じた電圧を発生する材料を一様に塗布した一定の面積をもったセンサーに光のスポットがあたると、光量に応じた電圧が発生する。スポットの位置から離れた点の電位は、膜材質の抵抗によりそれぞれ低下するので、センサーの両端に発生する電圧の比から、光スポットのセンサー位置を求めることができる。

センサーの誤差

物を使って計測した値には必ず誤差が生じる。物は計測する単位によってしか測ることが出来ないからである。例えば1.2cmのものを1cm単位の測りで測ると最低でも0.2cmの誤差が生じるのである。このような誤差を計測誤差という。これはセンサーにおいても無関係ではなく、GPSのセンサーにおいては最大で10m程度の誤差があると公言されている。

また、センサーの誤差の原因には障害物などのセンサーの対象物以外の物による誤差もある。例えばGPSでは屋根や室内の空が遮断されている場合には電波受信という性質上、正確な測定は難しいし、また野外でも高層ビルの間などの干渉物が多くある場所では大きく位

置がずれてしまうことがある。

これらの問題の解決はより多くのセンサーを利用することやセンサーに利用するものを変えるなどの方法が考えられるが、どれも十分なコストや研究が必要であり、容易ではない。

センサー・フュージョン

センサー・フュージョンは、複数のセンサーのデータを用いてセンシングすることである。センサー・フュージョンは、複合、統合、融合、連合の4つに分類することができる。

複合

複数のセンサーから得られた情報を並列的・相補的に組み合わせた出力を得ることを複合的処理という。

統合

それぞれのセンサーから得られた情報に演算処理を行い、まとまった情報を得ることを統合的処理という。

融合

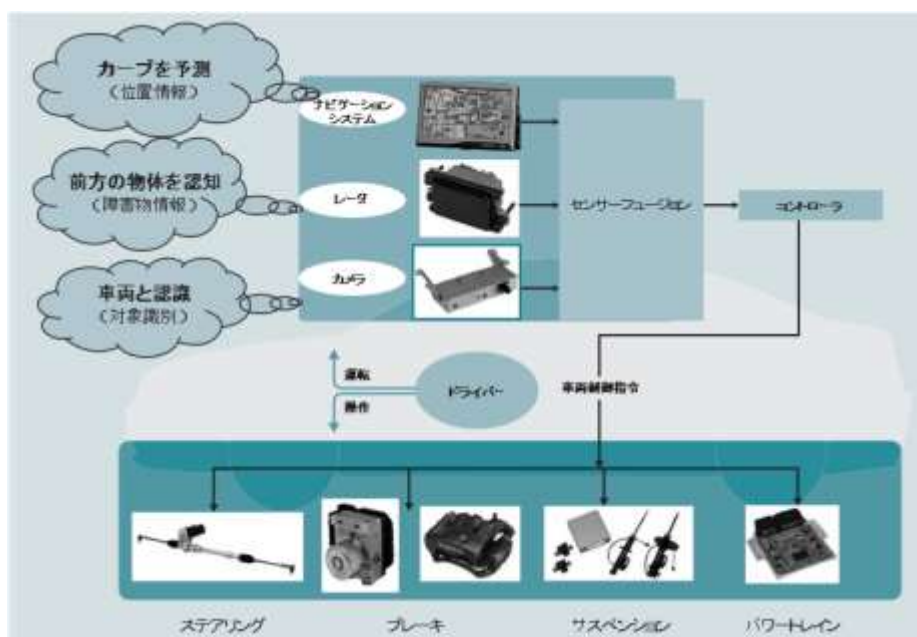
ある現象に対して、それを測定する複数のセンサーの出力から、データ同士の処理を行い、1つの知覚を得ることを融合的処理という。

連合

センサーから得た情報間の関係を調べ、出力を得ることを連合的処理という。

例 衝突被害軽減ブレーキ

カメラ・システムで自動車の周辺の状況を逐一監視しておく。歩行者や障害物、他の自動車を発見した際には、ミリ波レーダや赤外線レーザ・レーダで対象物との距離を測距し、ブレーキをかけたたり車車間通信により他の自動車へ警告を発したりする。



例 ロボットハンド

ロボットの得た視覚情報と触覚情報とを適切に融合させて物体の形状を認識し、最適な位置で把握することで対象物を握る事を実現している。



スマートセンサ

スマートセンサとは信号の検出変換機能のほかに信号処理、情報処理などの機能を併せもつセンサーのことである。

目的に必要な情報を効率よく選択し、人間が与えた知識あるいは機械自身が獲得した知識に基づいて処理し、構造化した情報をして出力するセンサーの知能が備わっている。知能の役割としては、データ処理機能、異常値・例外値の除外機能、複数のセンサー信号の統合と融合、自動校正機能、自動補償機能、メモリー機能、変更可能な処理アルゴリズムなどがある。

さらにより上位の機能として、ほかのセンサーとの連携、環境条件への適応、対象状態およびセンサー自身についての診断機能などが望まれている。

最新のセンサー技術

●脳波で操作する家電

フィリップス社とアクセンチュア社が、脳波で家電を操作するソフトウェアを開発した。脳波測定機器とタブレット端末、ウェアラブルディスプレイを接続し、照明やテレビの操作や、メールの送信などを行う。筋肉の萎縮などが起きる ALS(筋萎縮性側索硬化症)患者など、身体にまひを持つ患者が暮らしやすい環境の実現を目指している。



なお、アクセンチュア社によれば、同ソフトウェアはコンセプト実証用のものであり、現段階で製品化の予定はない。

●Tシャツをまるごとセンサー化

タカノ社が開発した圧力センサーは、見た目はTシャツそのものだが、どの部分を触っても正確に圧力を測定できるようになっている。

同社は床ずれ予防やリハビリなど、医療用途を想定しているが、ランドセルを背負った時にどこにどれくらいの圧力がかかっているか、下着やおむつを着けた時の圧力はどれくらいかなどを測定できるため、ランドセルメーカーや下着メーカーなども興味を示している。

参考文献

センサー

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%B5>

トランスデューサー

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%88%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%B9%E3%83%87%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%B5>

マイクロフォン

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9E%E3%82%A4%E3%82%AF%E3%83%AD%E3%83%95%E3%82%A9%E3%83%B3>

光検出器

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%B5>

露出計

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9C%B2%E5%87%BA%E8%A8%88>

光波測距儀

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E6%B3%A2%E6%B8%AC%E8%B7%9D%E5%84%80>

ジャイロスコープ

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B8%E3%83%A3%E3%82%A4%E3%83%AD%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%B5>

光位置センサ

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E4%BD%8D%E7%BD%AE%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%B5>

衝突被害軽減ブレーキ

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%A1%9D%E7%AA%81%E8%A2%AB%E5%AE%B3%E8%BB%BD%E6%B8%9B%E3%83%96%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%82%AD>

センサーは防犯のためだけではなかった。

<http://plaza.rakuten.co.jp/makiplanning/diary/201001080000/>

センサ・フュージョンとは - 電子部品 - 日経テクノロジーオンライン

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/WORD/20060308/114362/?rt=nocnt>

インテリジェントセンサ sice オンライン・ハンドブック

<http://www.sice.jp/handbook/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%B8%E3%82%A7%E3%83%B3%E3%83%88%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%B5>

センシング技術：脳波で家電を操作、ALS 患者向けのソフトウェア

<http://eetimes.jp/ee/articles/1408/25/news072.html>

医療機器 開発・製造展 (MEDIX) 2014 : T シャツを丸ごとセンサー化、測定しにくい場所の圧力測定が容易に

<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1406/26/news065.html>

あらゆる測定・計測値に含まれる誤差とその統計的考え方:

<http://morimori2008.web.fc2.com/contents/others/measurement/basic/measurement.html>

メール

メールとは

パソコンや携帯電話などの情報機器同士で、インターネットなどのネットワークを利用して情報をやりとりする機能である。ここでは断りが無い限り、SMTP、POP などのプロトコル(通信上の決まり)を用いた、パソコンでの電子メール(electronic mail)を指す。

メールは非同期通信であり、直接ユーザーがやり取りする通信として代表的な電話との大きな違いである。また、画像、ドキュメント、音声ファイルなども添付する事が出来る。

歴史

1961年、マサチューセッツ工科大学のロバート・ファーン(Robert Mario Fano)らによってCTSS(Compatible Time Sharing System)が実装された。これは、時間でコンピュータの処理を分割して、複数の端末からコンピュータを共同利用する技術である。運用方法は、1台の大型コンピュータのハードディスクに、ユーザー毎にメールボックスを用意しておき、発信者は受信者のそれに書込み、受信者は自分のそれを開いてメールを読むという方式であった。すなわち、同一のコンピュータに接続した端末にしか送れないものであった。この仕組みは大学や社内のネットワークではよく用いられていた。例えば日本では、1979年東京大学構内で電子メールが運用された。

しかしインターネットの登場により、それに合った仕組みが生まれた。1969年にARPANETが構築され、離れた場所にあるコンピュータ同士での通信が行われる様になった。1972年、最初の電子メールはレイ・トムリンソン(Raymond Samuel Tomlinson)が開発した、送信の為にMAIL、受信の為にMLFLというプログラムが用いられ、これらはFTP(File Transfer Protocol)を応用したものだ。

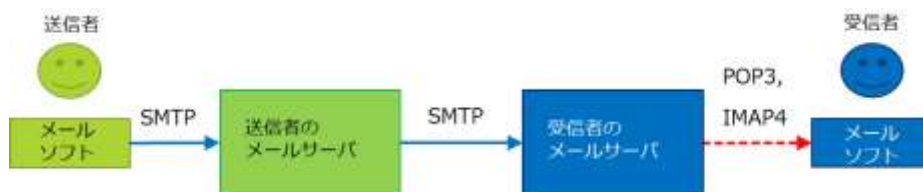
その後様々な方式、プロトコルが乱立し、現在使われているプロトコルがほぼ整備されたのは1990年代である。1981年にメールサーバソフトウェアとしてSendmail、1982年にメール送信プロトコルとしてSMTP、1984年にメール受信プロトコルとしてPOP、1986年にIMAP、1992年に日本語や画像を使用出来る文字セットとしてMIME(Multipurpose Internet Mail Extension)がある。

日本におけるインターネットの実質的な起源は、JUNETである。1984年に村井純が慶応義塾大学から東京工業大学に籍を移す際、両大学のコンピュータをネットワークで接続した。その後、東京大学のコンピュータとも接続しJUNET(Japan University NETWORK)と命名した。これは学術組織を結んだ研究用のコンピューターネットワークであった。

この頃、日本の通信回線は郵政省の電信電話公社が管理しており、一般の回線を電話以外で使う事は「原則禁止」で認可制だった。しかし1985年に、電気通信法の抜本的な改正が行われ「通信の自由化」が実現した。これにより、公社はNTT株式会社に民営化され、回線利用は「原則自由」になった。日本でのオンライン化は急速に普及した。

メール送受信の仕組み

送信者がメールソフトなどで作成したメールは、直接受信者の元へ届くのではない。コンピュータや携帯電話同士がすぐ近くにあっても、メールが一瞬で届くと限らないのは、この様な仕組みになっているからである。



送信者と受信者の間にあるのは、メールサーバと呼ばれる、メールの受け渡し業務を果たすコンピュータである。現実世界の手紙で例えるなら、郵便局である。ここでは 2 つのメールサーバがあるが、送信者・受信者のドメイン名(メールアドレスの@以下)に対応している。

矢印に書かれているローマ字は、通信プロトコルである。詳しい説明は後述する。

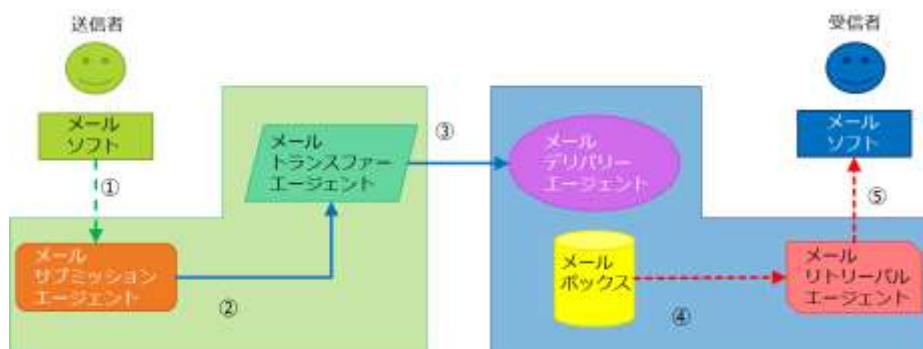
まず送信者が送信ボタンを押すと、SMTP で送信者のメールサーバへデータが送られる。赤い郵便ポストに手紙を投函すると、まずは最寄りの郵便局に届けられる事に対応している。

次に送信者のメールサーバから、受信者のメールサーバへデータが送られる。送信者の最寄りの郵便局で仕分けられた手紙が、受信者の最寄りの郵便局に届けられる事に対応している。

ここまでの、SMTP によるメールの「送信」である。まだメールは受信者の手元に無い。普段意識する事は無いが、メールでは送信と受信の仕組みが異なっているのである。

では受信を試みよう。受信には POP3 または IMAP4 というプロトコルで、受信者のメールサーバに問い合わせをする。これは私書箱の様なもの、メールソフトでしばしば「送受信」ボタンを押す必要があるのはこの為である。ただしメールソフトや携帯電話の設定によっては、常に自動的に受信する場合もある。

大まかな送受信の仕組みは以上であるが、実際にはもっと複雑なプロセスを踏んでいる。以下では、プロトコルなどの説明も交えながら説明していくとする。ただし、DNS サーバはメールに直接関係無いので省略している。



サーバ、プログラム(矢印以外の図形で示す)

・ MUA(Mail User Agent)(長方形)

いわゆる「メーラー」、「メールリーダー」と呼ばれるプログラム。読み書きに使うだけで、MSA や MTA、MRA とのやりとりはあるものの、メールの送受信はこのプログラムが行っている訳ではない。Outlook、Thunderbird などのデスクトップのソフトウェア、Web メールではブラウザを指す。

・ MSA(Message Submission Agent)(角丸四角形)

MUA がメールを送るときに接続するシステムで、プロバイダーと契約すると連絡される「送信メールサーバ」がこれである。昔は MUA から直接 MTA に接続していたが、スパム対策としてユーザー認証をここで行った上でメールを外に出す様にしている。

・ MTA(Mail Transfer Agent)(菱形)

メール転送エージェント。MSA や他の MTA からメールを受け取り、他の MTA や MDA にメールを渡す。ユーザー認証機能が無い為、ここに MSA を通さずに直接メールを投稿された場合に、拒否する様にサーバ管理者が設定している時もある。

MSA と MTA は送信者側のサーバにあり、同一視される事もある。(左側の L 字型の図形)

・ MDA(Mail Delivery Agent)(円)

MTA からメールを受け取り、受信者側のユーザーの為に確保された領域(メールボックス)(円柱)に保存するプログラム。

・ MRA(Mail Retrieval Agent)(角の取れた四角形)

受信者の MUA がメールボックスからメールを読み出す・取り出す(retrieve)時に接続するプログラム。プロバイダーと契約すると連絡される「メール受信サーバ」である。

以上の 3 つ(右側の L 字型の図形)は受信者側のサーバにある。

プログラム間のやり取り(矢印で示す)

・ POP before SMTP(①)

MUA-MSA 間の認証方法。メールを受け取れるなら、そのメールアドレスは実在するという考えに基づいている。既に普及しているサーバやクライアントで認証を実現できるというメリットがあるが、あくまでも POP3 の認証元のホストを保証するものである。

・ SMTP AUTH(SMTP Authentication)(①)

MUA-MSA 間の認証方法。SMTP のやりとりそのものが正規なものであるかを保証する。対応していない MUA もある。

・SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)(②～③)

MTA 間、MUA から MSA にメールを送信するために使われるクライアント-サーバモデルの転送プロトコル。ポート番号は 25。メールを受け取る側がサーバ、送る側がクライアントとなる。

・POP3(Post Office Protocol 3)(④～⑤)

MRA に溜まっているメールを、自分の MUA に取り出す為のプロトコル。ポート番号は 110。サーバ上にあるメール全体(添付ファイル含め)をダウンロードしないと本文が読めない。サーバ管理者としては、ユーザーがメールの実体をダウンロードするので、サーバのメール用ディスク容量をそれほど大きく取らなくて済む。

・IMAP4(Internet Message Access Protocol 4)(④～⑤)

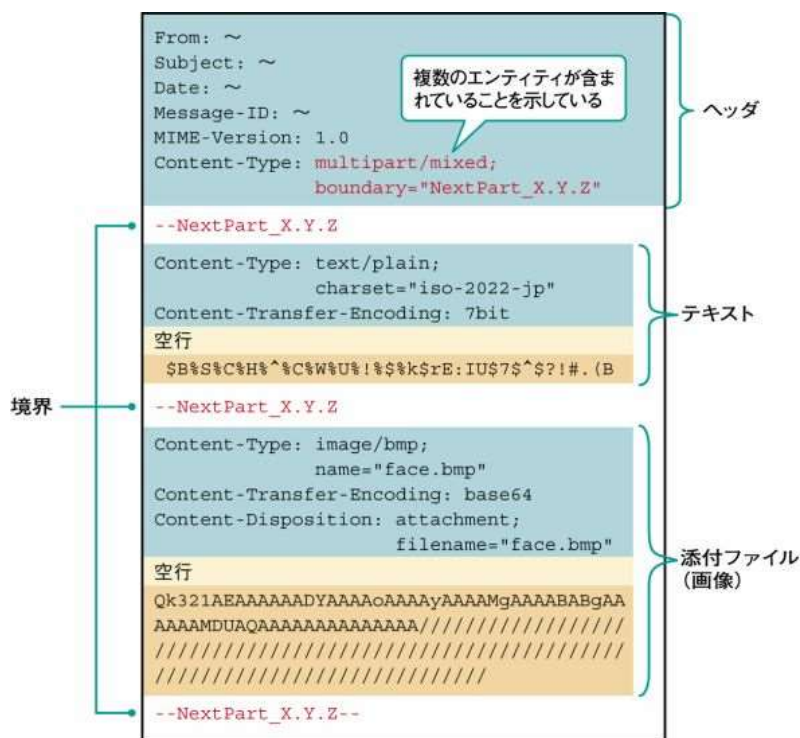
POP3 と同様に MRA のメールを MUA に取り出す為のプロトコル。ポート番号は 143 番。POP3 と異なる点は、メールをサーバ側に置いたまま様々な操作が可能という点である。その為、複数のコンピュータで同じメールサーバを使う場合に、どのコンピュータにどのメールをダウンロードしたのかを考える必要が無い。また、サーバ上でメールの添付ファイル構造などが分かるので、MUA 側で本文だけを読み、その内容に従って添付ファイルもダウンロードするといった事も可能。その分、サーバのディスク容量を比較的多く割く事になる。POP3 に比べると遙かに複雑なプロトコルであり、実装している MUA が少ない。

メールの実体

ここまではメールがどの様に移動するかを見てきた。ここではメールというデータがどのようなものかを見ていく。メールはエンベロープ、ヘッダー、本文に分かれている。

ヘッダー

件名、差出人、宛先、送信時間、経由したサーバなどの情報。MUA からは通常は見えないが、「ソースを見る」などすると見る事が出来る。ここに書かれている「From:」のアドレスは MUA で設定するものであり、実際に使われたアドレスとは限らない。「Received:」(経由したサーバ)のアドレスも改ざん可能である。

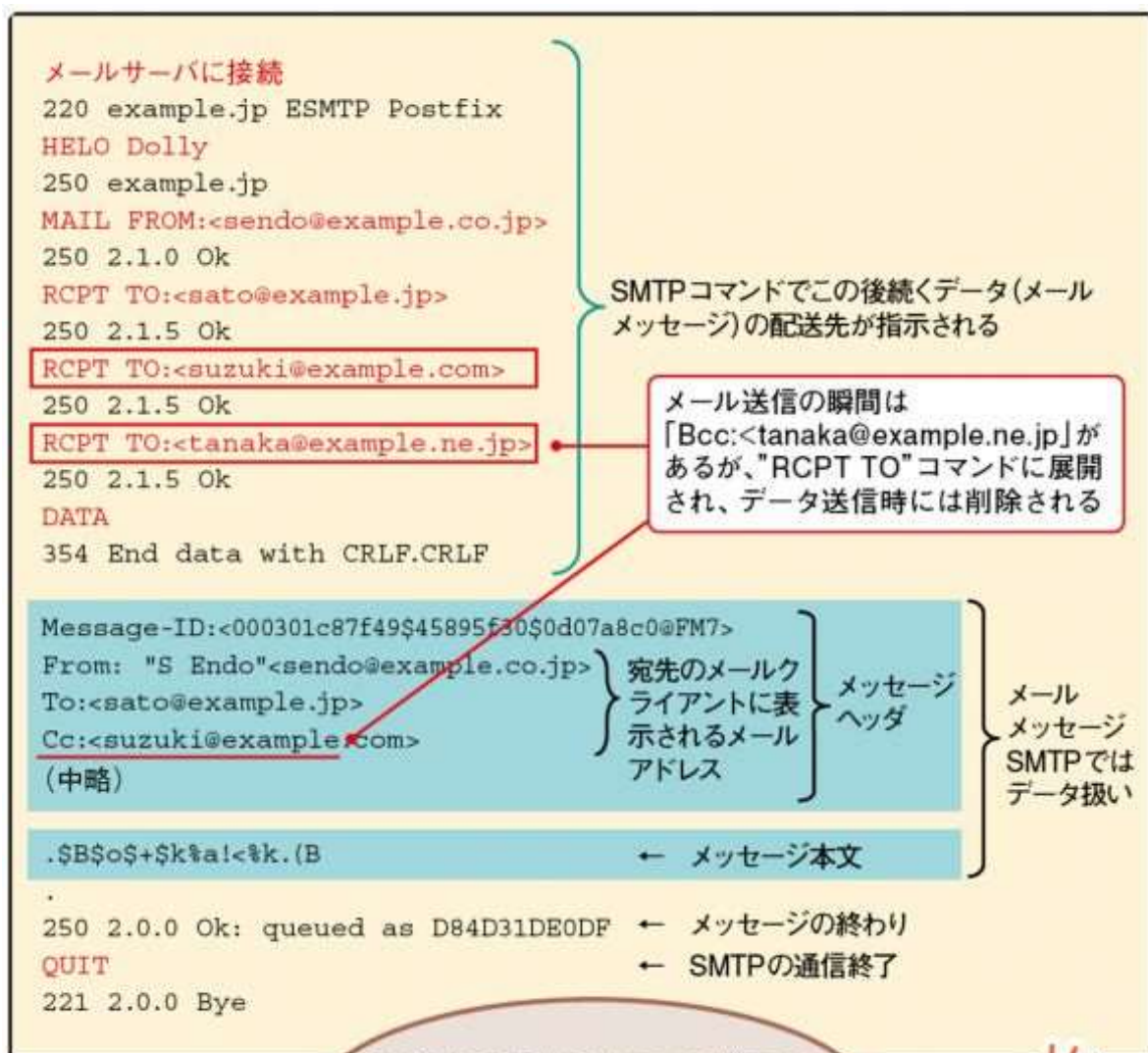


本文

ヘッダーの後に記述される、メールの内容そのもの。日本語、画像などの添付データの表現には、メールの標準である 7bit の文字コード ASCII では不十分である。そこで MIME という文字セットを用いる。ヘッダー、テキスト、添付ファイルの区別には、ある決められた文字列を用いる。

エンベロープ

ヘッダーと本文の前後に記述される、受信者の手元に届く時には削除されている情報。Bcc、サーバとの通信ログなど、配信制御には必要だが、人が見る必要の無い情報。上記のヘッダーは、SMTP ではメールの実体の一部という扱いであり、直接配送制御に使われるわけではない。メーリングリストやメールマガジンなど、宛先と実際に届く相手が異なる場合、エイリアスという仕組みが用いられている。ヘッダー内の宛先は ML アドレスでも、エンベロープ内では ML メンバーのアドレスが指定されている。



封筒が手紙を包んでいる様子と、SMTPコマンドがメールメッセージを囲んでいる様子が似ているだね



メールアドレス

全てのメールアドレスは、SMTPの仕様であるRFC 5321(TCP/IPなどインターネット上の技術標準はRequest For Commentに書かれている)によって、「ユーザー名@ドメイン名」という形になっている。

メールアドレスを提供しているのは企業が多いが、個人でも自分でメールサーバを立ち上げる事は可能である。フリーのメールサーバソフトをインターネットから入手して自分用のメールアドレスをたくさん用意する事は出来る。だが、きちんとセキュリティの設定をしておかなければ、スパマーにメールアドレスを提供してしまう(スパムメールの送信に利用される)可能性もある。

プロバイダメールとフリーメール

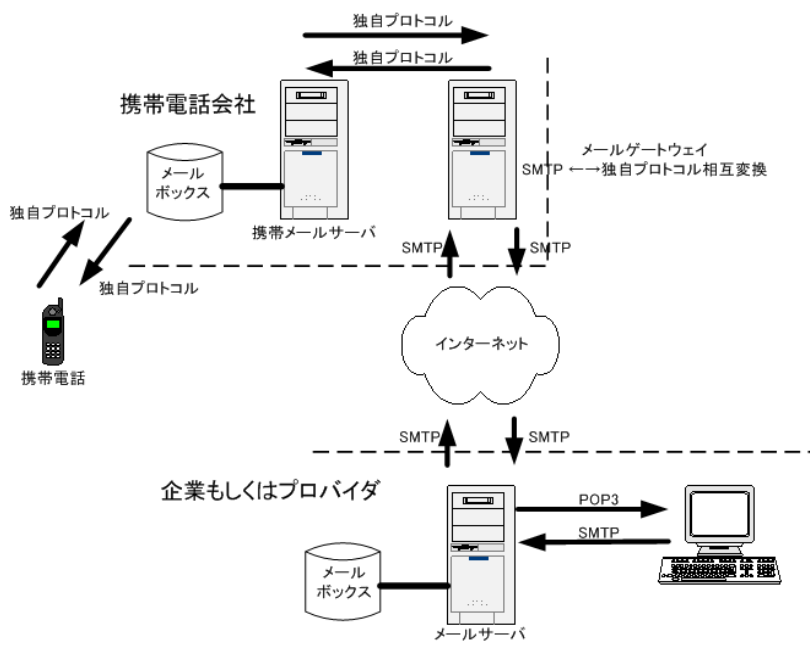
インターネット回線を契約する際に、プロバイダからアドレスを提供されるサービスがプロバイダメールである。OCN(@***.ocn.ne.jp)、BIGLOBE(@***.biglobe.ne.jp)、Yahoo!BB(@ybb.ne.jp)などが挙げられる。

対して、契約無しにメールアドレスを提供されるサービスはフリーメールと呼ばれる。Google(@gmail.com)やYahoo!(@yahoo.co.jp)といったポータルサイトなどが提供しており、広告収入・ポータルサイトへのアクセス増加を期待して運営されている。アカウントの取得に他のメールアドレスが必要な場合と、不要な場合がある。

フリーメールは、プロバイダメールとキャリアメール(後述)に比べてアドレスの取得・破棄が手軽であるので、スパマーに利用される事がある。迷惑メールフィルタの設定によっては、フリーメールのアドレスからのメールを受け取れない場合がある。

キャリアメール

キャリアメールは、携帯電話の各社(KDDI、DOCOMO、SoftBankなど)が提供するメールサービスである。プロバイダメールの一種と言える。詳しくはMMSの項で述べる。



メールサーバ、プロトコル、メールアドレスのフォーマット(例えば絵文字など)において、各携帯電話会社独自のシステムを作っている。キャリアメールと、他社キャリアメール・SMTP を用いるメールとでやりとりする時は、携帯電話会社のメールゲートウェイが SMTP と独自プロトコルの相互変換を行う。サーバへの負担軽減・安定した通信を確立するなどの為、キャリアメールにはサイズなどの制限が設けられている場合が多い。

またキャリアメールは基本的に、その携帯端末(のメールソフト)からしか送受信が出来ない。それを不便に感じる利用者(特にスマートフォンの利用者)は、キャリアメールを使わずに Gmail などのフリーメールを利用している。また、LINE などをメール代わりにするというケースも見られる。

Web メールとメールソフト

この2つは共に MUA である。Web メールは、メールサーバと HTTP または HTTPS で通信を行う為、常にインターネット接続されていなければならない。ただし、インターネット環境があれば、どのコンピュータからも自分のメールを確認出来る。対してメールソフトでは、ローカルのコンピュータにメールアドレスを保存するので、送受信時のみインターネット接続されていれば良い。逆に、設定をしていない他のコンピュータからはメールの送受信が出来ない。

かつては、プロバイダーメールはメールソフトで、フリーメールは Web メール(Web サイト)でしか使えなかったが、現在ではプロバイダーメールを Web メールで、フリーメールをメールソフトで使う事も出来る。

SMS と MMS

スマートフォンの登場や Web メール的发展により、携帯電話からキャリアメール以外のメールの送受信が可能となっている。また、Apple の提供する iMessage、SoftBank が iPhone 向けに提供する E メール(i) (@i.softbank.jp)など各社が独自で提供しているメールサービスもある。しかし全てについて触れる事は出来ない所以、携帯電話から使えるメールのうち、ここでは SMS(Short Message Service)と MMS(Multimedia Messaging Service)について述べる。

SMS は、半角 140 文字前後のテキストのみを、電話番号を宛先として送受信する。受信は基本的に無料で、送信は国内では 1 通 3 円、国外へは 1 通 100 円などとなっている。AU では C メールと呼ばれている。

地震・津波などの災害情報を知らせる緊急速報メール(AU、SoftBank)、エリアメール(DOCOMO)は、SMS を利用している。特定の地域にある端末に向けて、BroadcastSMS で一斉にメールを送信する。

MMS は、@ezweb.ne.jp、@docomo.ne.jp、@softbank.ne.jp といったメールアドレスを宛先とする。送受信可能なメールサイズは、AU ではサイズに依らず料金が発生し、本文

1MB、添付ファイル 2MB、DOCOMO では本文と添付ファイルを合わせて 10MB、SoftBank では利用料無料で iPhone は 2MB、それ以外は 300KB(これを超えると料金が発生)といった様にキャリア・機種によって様々である。

スパムメール

ここではスパムメール(迷惑メール)について述べる。「スパム」という言葉は、ランチョーンミートの SPAM に由来している。Monty Python's Flying Circus(空飛ぶモンティ・パイソン 1969~1974)というコメディ番組のエピソードで、SPAM が嫌いな客に対して、ウェイトレスや周りの客が SPAM を連呼する迷惑行為が元になっている。

種類と対策

スパムメールには、チェーンメール、出会い系・アダルト系サイトの広告宣伝、架空請求、フィッシング詐欺や成りすまし、ウイルスメールといったものがある。「特定電子メール法」によって、広告宣伝メールは「原則としてあらかじめ送信の同意を得た者以外の者への送信禁止」「送信者情報を偽った送信の禁止」などが定められているが、守られていないのが現状であり、海外からのスパムメールも後を絶たない。

チェーンメールは、送信者が既に知り合いであるという点で、他のスパムメールと異なる。これの対策としては、チェーンメールを受け取った時は転送しないという事に尽きる。

他のスパムメールは、見知らぬ相手から送信される。メールアドレスが流出する原因として、予測されやすいメールアドレスを使っている、インターネット上の掲示板の様に誰でも見られる所でメールアドレスを公開した、信頼出来ない Web サイトでアカウントを作成する際にメールアドレスを入力したなどが挙げられる。これらへの対策は様々である。プロバイダー・MUA・ウイルス対策ソフトの迷惑メールフィルターを利用する。ウイルスメールを開かない・開いてしまった際に感染しない様、OS・MUA・ウイルス対策ソフトを常に最新の状態にしておく。信頼できる Web サイトにのみメールアドレスを書き込む。どうしてもメールアドレスを書き込まなければならない時の為に、捨てアドレスを作る。スパムメールが来てからは、見知らぬメールアドレスからのメールは開かない。スパムメールの URL にアクセス・配信停止メールを送るなどのアクションをせずに無視する。身に覚えがあっても、自分で判断せず、誰かに相談する。それらの送信者・ドメインをブラックリストに追加する。また、迷惑メール相談センターに情報提供(転送)するといった対策も挙げられる。

OP25B(Outbound Port 25 Blocking)

認証を行わないデフォルトの SMTP は、メールサーバの 25 番ポートを使う。よって、認証されないメール送信が行われそうな時は、それをブロックすれば良い。例えば SMTP AUTH を通過したメールは、587 番のポートを使って送信される。ただし、この設定はサーバ管理者に任されている。

成りすましを見抜くには

私達に出来る対策として、上記以外にも、ヘッダーを見る事がある。大抵の MUA には、プロパティ、詳細といったタブに表示ボタンがある。携帯電話から見る場合は、別途料金を請求される場合がある。

```
3 Received: (qmail 27955 invoked from network); 8 Mar 2006 21:06:36 +0900
2 Received: from userg500.nifty.com (202.248.238.80)
  by 192.168.1.7 with SMTP; 8 Mar 2006 21:06:36 +0900
1 Received: from [127.0.0.1] (tetkyaXXX.tkyo.te.ftth2.ppp.infoweb.ne.jp [210.229.26.XXX])
  by userg500.nifty.com
  with ESMTTP id k2B66Uu5021001 for <ueno@usagidesign.jp>; Wed, 8 Mar 2006 21:06:31 +0900
```

ヘッダーに書かれている「From:」や「Received:」のアドレスは改ざん可能である。ここで注目すべきは、Received ヘッダーである。これは

```
Received: from [送信元 MTA ドメイン名]
        by [中継した MTA ドメイン名]
        for [宛先メールアドレス]; [日付-時間]
```

となっている。Received ヘッダーは通常 2 個以上あり、「for」は最終的な宛先なので、常に同じメールアドレスが書かれている。そして、下に行くほど送信者に近い。

ここで、図の 1 の "by" と、2 の "from"(userg500.nifty.com) は一致しているはずであるので、もしこの 2 つドメイン名が一致していなければ、ヘッダーが改ざんされていると考えられる。

また、注意したいのは、ドメイン名よりも IP アドレスの方が確実なので、IP アドレスを調べてみて、ドメイン名と一致しなければ、更に悪質なケースであると見なせる。

出典

電子メールの仕組み | インターネットを使ったサービス | 基礎知識 | 国民のための情報セキュリティサイト

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/basic/service/04.html

電話とメールの違いは、「同期」か「非同期」かの違い - モジログ

<http://mojix.org/2010/09/24/denwa-mail>

情報処理教科書 情報セキュリティスペシャリスト 2014 年版 - 上原孝之 - Google ブックス

<http://books.google.co.jp/books?id=qQP5AAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ja>

ASCII.jp : 電子メールの秘密

<http://ascii.jp/elem/000/000/433/433055/>

ASCII.jp : 電子メールプロトコル再入門

<http://ascii.jp/elem/000/000/592/592340/>

電子メールの歴史<インターネット個人利用<歴史<木暮仁

<http://www.kogures.com/hitoshi/history/mail/index.html>

メールの仕組み

<http://docs.olab.org/XXX/netmemo/mailemailsystem.html>

メールサーバの概念 - サーバエンジニアの知恵袋

<http://seesaawiki.jp/w/engineernochiebukuro/d/%A5%E1%A1%BC%A5%EB%A5%B5%A1%BC%A5%D0%A4%CE%B3%B5%C7%B0>

メールの仕組みを理解しよう

<http://mizushima.ne.jp/MailStructure/MailStructure.php>

RFC 5321 - Simple Mail Transfer Protocol

<http://tools.ietf.org/html/rfc5321>

プロバイダーとメールの関係について図解で解説！フリーメールとは？メールソフトとは？ by VIRTUAL COUNSELING 「インターネットアドバイザー」

<http://www.arolino.jp/virtualcounseling/internet/what21ispmail.html>

スマートフォンでキャリアメールは使ってる？ - CNET Japan

<http://japan.cnet.com/docchi/35040339/>

携帯メールの仕組み

<http://www.graffiti.jp/pc/p031201s.htm>

メールサービス | サービス・機能 | au

<http://www.au.kddi.com/mobile/service/mail/>

サービス・機能 | NTT ドコモ

<https://www.nttdocomo.co.jp/service/>

メールサービス | iPhone | サービス | モバイル | ソフトバンク

<http://www.softbank.jp/mobile/service/iphone/mail/>

緊急地震速報 | 無線にゃん

<http://wnyan.jp/1447>

迷惑メール相談センター | JADAC

<http://www.dekyo.or.jp/soudan/>

偽装メールを見破れ！（後編） - @IT

<http://www.atmarkit.co.jp/fsecurity/column/ueno/39.html>

二足歩行ロボット



概要

二足歩行ロボット (Biped walking robot または Biped robot) とは、ロボットの中でも、人間のように二本足でバランスをとりながら歩くものをいう。特に人間と同様の形状をしているロボットをヒューマノイドと呼ぶが、ヒューマノイド全てが二足歩行ロボットであるとは限らない。

足 (脚) とは回転機構で繋がった 2 つ以上のリンクで構成されたシリアルリンク機構で、二足歩行ロボットは脚を二つ持つ。世界初の二足歩行ロボットは 1969 年に早稲田大学の加藤一郎教授によって開発された WAP-1 である。1996 年 12 月に発表されたホンダの P-2 (後の ASIMO) は人々に大きな衝撃を与えた。

今回は、二足歩行ロボットの歴史を振り返ることでその原理や開発目的に触れ、日本と欧米のロボット産業事情を比較し、最後にまとめる。

歴史

そもそもロボットとは

ロボット (robot) は、人の代わりに何等かの作業を行う装置、もしくは、「人や動物のような」機械のことである。別の言い方をすると、物を操作、移動する機械装置で、しかもプログラムを変えることでその動作が変わるもののことですが、そうすると自動機械はすべてロボットということになるため、専門家の多くは、「形は問わないが、自分で動きを決め、周囲の環境に適応できる知的な機械がロボットである」としている。本来ロボットとは人型ロボットを指していたが、工場の中で機能する機械としてインダストリアルロボットというカテゴリー名がついた機械が米国で販売され大成功しそれとともに、ロボットという言葉が広く用いられるようになる一方で、人型であるというロボットの意味合いが徐々に薄れていった。

二足歩行ロボットの開発目的

現在の二足歩行ロボットは、主に人間の活動を前提とした空間で、ロボットが支障なく移動し作業することを目的に研究されているが、開発初期、工学の研究対象となった 1970 年頃は人間の二足歩行というメカニズムを工学的な視点より研究・解明する目的で製作されていた。当初は倒立振り子 (とうりつしんし、en:Inverted pendulum) の延長上の技術として考えられており、その方面からの研究アプローチが盛んに行われた。

倒立振り子

倒立振り子とはスライダ (直動機構) 上に逆さに置いた振り子の制御モデルのことである。振り子が倒れないようにスライダを制御する。これは PID 制御 (※1) で比較的簡単に倒れないように制御することができた。2 重倒立振り子、3 重倒立振り子も成功例が報告された。人間の足は 4 重倒立振り子モデルとして考えることもできるので、倒立振り子モデルを研究していけ

ば、いずれ2足歩行の制御が可能になると考えられていたのである。

パターン歩行

人間の足に見立てた4重倒立振子モデルを、歩行になるような拘束条件を与え運動方程式を解くと、各関節の制御量が得られる。この動作（歩行パターンという）を実際のロボットに入力して動かせば、理論的にはロボットは歩くはずである。当時の計算機的能力からリアルタイムで歩行パターンを生成することが出来なかったため、あらかじめ歩行パターンを計算しておいた。それゆえ、この歩行制御法はパターン歩行と呼ばれた。

しかし、結論から言えばこの方法は失敗に終わった。簡単に言えば当時のモーターや構造材が貧弱で、実際に動かすと理論と現実の相違が激しかったのである。ロボットの状態をリアルタイムで検知し、ある拘束条件のもとにフィードバックする必要があった。

1973年、早稲田大学理工学部の加藤一郎を中心とした共同研究グループが、二足歩行の他に簡単な会話機能や視覚システムを備えた世界初の本格的な人間型知能ロボット「WABOT-1（ワボット・ワン）」の開発に成功したが、WABOT-1の2足歩行の部分の機能は1歩が45秒ほどかかり、歩幅も10cmぐらいの「静歩行」による移動であった。歩くスピードを上げ、また、凸凹道や坂道など、あらゆる地面の上を歩く「動歩行」の実現はできなかった。

ZMP

1980年頃からさまざまな拘束条件や制御方法、ハードウェアが研究されたが、その後主流になったのはZMP（ゼロ・モーメント・ポイント）を軌範とする歩行である。ZMPとは、すべての力が釣り合うポイントのことであり、片脚で立っている「単脚支持期」には支持脚の足裏に、支える脚を切り換える「立脚切替期」には、両足裏で形成される領域（支持多角形）の範囲内にある。ここを制御することで、人間のようにスタスタと自然に動けるようになった。ZMP理論に基づく二足動歩行は早稲田大学の加藤一郎と高西淳夫によって開発されたWL-10RDにより、1985年に実現された。早稲田大学のグループを除くと、1970年代から1990年代半ばまでZMPはあまり注目されていなかった。しかし、今日ではホンダのASIMOをはじめ完成度の高い二足歩行ロボットのほぼ全てが、ZMPを用いた軌道生成と制御を用いている。

上半身の発見

ロボットの研究が進み、アクチュエータや構造材が進歩しても、人間のような歩行を行うロボットはなかなか実現しなかった。人間の歩行の研究やロボットの歩行実験が繰り返されていくうちに、上半身の作用が極めて重要であることが再認識されてきたのである。当時の歩行ロボットは人間の腰から下を模倣したものがほとんどで上半身は省略されていた。上半身の重要性はZMP理論の提唱者であるブコブラトビッチ(Miomir Vukobratović)の時代から指摘されていたが、当時のモーターや減速機は貧弱だったので脚機構以外の部分

が極力省略されることが多かった。

パターン歩行にしても ZMP にしても位置制御が基本となるので、足首にもアクチュエータが必要になる。そのため末端重量が大きくなり、各関節のアクチュエータは強力で大きなものにならざるを得ない。構造材も当然重くなる。腰から下だけのロボットが片足を持ち上げると、それだけでロボットの質量の半分以上が動くことになる。したがって歩行時の重心の位置変化が激しく、安定領域の狭い制御の難しい制御系になっていた。ブルブルと振動を起こして転倒するロボットが大半であった。

また、末端重量が大きいので、遊脚を振り上げたときの反動が無視できなかった。遊脚を持ち上げてから蹴り下げ始める時に、スキーで言う抜重のような状態になり、軸足の床面との摩擦が少なくなる。摩擦が少なくなると軸足が滑り易くなる。パターン歩行にしても ZMP にしても軸足が動くというのは想定外であるし、想定したとしても検出できるセンサーがない。軸足が少しでも滑るとあっという間に転倒してしまった。重たい脚を動かすには、上半身の動作で常に動的バランスを補償する必要があったのである（なお、アクチュエータの性能が良くなった現代では上半身が無くても歩行は実現できる）。

ここまででもわかるように、早稲田大学理工学部の加藤一郎が率いた研究グループは二足歩行ロボット研究の草分け的存在であった。1960年代からロボットの研究を始め、製作したロボットに WABOT という愛称を付けている。1985年に、WABOT の 11 号機である、WL-11（右図）というヒト型二足ロボットでパターン歩行での動歩行を実現した。1.5 秒/ステップのゆっくりとした歩行である。歩行を始めるとき、制御装置を積んだ大きな太鼓腹が音を立てて傾くのが印象的なロボットであった。はじめから意図したのか不明だが、上体の動作で遊脚の反動を打ち消していたのだろう。



1986年、この研究グループが、より積極的に上半身の作用を利用するために、上半身に見立てた大きな重りを二足歩行ロボットの腰部の上に取り付けた上体補償型二足歩行ロボット WL-12 を製作した。重りはダンベルの様なもので、前後左右に振ることが出来た。見た目はともかく、そのロボットは非常に滑らかな歩行を実現した。階段も昇り降りすることが出来た。この研究成果により、二足歩行ロボットの歩行には上半身の働きが極めて重要であることが証明され、それ以降開発される二足歩行ロボットには上半身が付くことが主流になっていく。

ASIMO

二足歩行ロボットは様々な企業、研究所が作っており、Honda もその一つであった。1986年の、足歩行の原理究明を目的とした E0 を初めとし、二足歩行実現の E1～E3、二足歩行の基本機能を完成させた E4～E6、そして有名なものが、完全自立歩行人間型ロボットの研究

として作られた P1～P4（後の ASIMO）である。

実は、Honda が二足歩行ロボットの研究を行っていたことは、特許公報などで断片的に知られていたがこれほど本格的に行っていることは知られていなかった。そのため 1996 年発表された P-2 は研究者たちにも一般社会にも非常に大きなインパクトを与えた。

P-2 は、何よりもそのシステムとしての完成度の高さに当時の研究者は驚かされた。まず、外部につながるケーブルが無く、自律制御が可能だった。視覚センサーを持ちマークで示した経路を自分で判断して歩くことが出来た。しかも、腕に見立てたマニピュレータを持ち人間の姿に似ていた、などの点が斬新であった。これ以降歩行ロボットの研究が一気に一般化し、さまざまな企業が二足歩行ロボットの研究に乗り出す。その後、ホンダのロボットは ASIMO と名付けられ、商品化された。2005 年には、ASIMO の新型において時速 6km、跳躍時間 0.08 秒の走行を実現させた。歩行から走行を同じロボットで実現した点で世界初である（走行だけを行うロボットなら 1980 年代から存在する（※2））。

日本と外国の二足歩行ロボット

日本人はロボットが好きだ。鉄腕アトムに始まり、鉄人 28 号、ドラえもんなど日本人の心に残るロボットは大抵、友達であり正義の味方だ。だからこそ、日本では産業用ロボットの導入が世界に先駆けて進んだ。1999 年の産業用ロボットの稼働台数を見ても、アメリカが 9 万台であるのに対して、日本は 42 万台であった。今でも日本メーカーは世界の産業用ロボット市場で 5 割超のシェアを持つ。ソニーの AIBO、ホンダの ASIMO のようなロボットが生まれてくることに何の抵抗もなかったどころか、今でもロボットの進化に明るい未来のイメージを重ねる人は少なくない。たとえ自動的に動く機械であっても、親しみを持って人間のような名前を付けたりしている。工場などでよく見られる光景だ。

だが、欧米ではそうではない。もちろん中には、宇宙家族ロビンソンのフライデーやスターウォーズの R2-D2、C-3PO など、人間の友達としてのロボットがいないわけではないが（そして、これらのロボットは皆、日本人に非常に人気があると思うが）、小説、映画や TV など一般的に浸透しているロボット／人造人間、あるいはコンピュータのイメージは、『いつ人間に反逆するかわからない不気味な存在』だろう。フランケンシュタイン、2001 年宇宙の旅、ターミネーター、宇宙空母ギャラクティカ等々、いくらでもその例をあげることができる。

その背後にはそれぞれの宗教観などもあり、すこし極端な例でいうと、神以外の者がヒトを創造することは、神を冒瀆していると考える人もいます。もちろん欧米といっても国によって様々であり、イタリアはローマ・カソリックの国だけあって、抵抗が非常に強く、またイギリスは比較的受け入れられ易い。アメリカは多民族国家なので受け取り方は人それぞれだが、ある人間型ロボットを研究している大学教授（※3）には、年に数通、カルト宗教から脅迫状が届くということもある。

日本の弱点

こうしてみると、日本はロボットを受け入れ易い文化、研究し易い土壌を持っているように見える。しかし実は、今後のロボット開発において、日本は取り残されるのではないかと危惧されている。日本の製造業は、モノづくりや技術（目に見える製品や技術、生産ライン等）には集中して取り組むが、目に見えないものを軽視するという弱点があるからだ。なぜそれが今後のロボット開発の大きな弱点になるのかの三点を説明していく。

1. ハードからソフトへ

日本のロボット技術の優れているところはハードウェアやメカトロニクス（機械工学、電気工学、電子工学、情報工学の知識・技術を融合させることにより、従来手法を越える新たな工学的解を生み出す学問・技術分野）であり、研究資金もその方面に集中的に投入されてきた。しかしながら、昨今のロボットの進化はソフトウェアやセンサー技術、処理技術、人工知能（AI）等が鍵であり、高度なロボットは人間のような推論が求められるようになってきている。そのような技術分野は昨今欧米を中心に長足の進化を遂げてきているが、日本企業は（全般にハード重視でソフトを軽視してきた経緯もあり）、明らかに遅れをとっていると言わざるをえない。例を挙げると、グーグルが買収して話題になった、ボストン・ダイナミクス社が開発した二足歩行ロボットである Atlas は二足歩行どころか、20 ポンドの重りをぶち当てられても、平気で片足で立っている。日本にこれほどのロボットは存在しない。

2. 閉鎖的な環境

事故がおきた福島第一原発では、原子炉建屋内の人の立ち入りが難しい危険作業が激増したが、これこそ、ASIMO の晴れ舞台、世界にロボット大国日本をアピールするチャンス、と思った人は少なくなかろう。ところが、ホンダはそれが不可能であることを認め、しかも初めて投入されたロボットは米国製だったことは記憶に新しい。それは、ロボット大国の覇権が日本を去ったことを象徴する事件であったといっても過言ではない。こんなことが起きてしまった原因を探ってみると、技術の優劣という以上に、ロボット開発に関わる環境という点で、日本より米国のほうが勝っていることが大きいようだ。日本のロボット市場は実績のある大手企業や有名大学が独占し、如何に優れた技術があってもベンチャー企業の参入は困難であり、そもそも資金の援助を得る事が難しい。『閉鎖的』、ということだ。

一方米国は、ベンチャー企業に対する資金援助の仕組みも充実しており、市場の門戸も開かれている。昨年 12 月の米国防総省の国防高等研究計画局（DARPA）が主催する災害対応ロボットの競技会には、東京大学発のベンチャー企業「SCHAFT」のチームが 1 位になった。彼らは DARPA から開発資金を得て競技会に参加し（2 年間で競い、途中審査を通過したチームには開発資金が最大 400 万ドル与えられる）、最終的に Google に買収されることになる。当初、SCHAFT チームは国内のベンチャー投資会社を回ったものの、資金はまったく集まらなかったという。やむなく海外の投資会社をあたるうちに、Google 本体が興味を持ち買収される運びとなった。

米国には、ロボットのオープンソース団体もある（OSRF）。ベンチャー投資会社から資

金を引き出せる可能性も日本よりずっと大きい。そして、Googleのように無尽蔵の資金を持ち、あふれるような人材に恵まれ、理解のあるCEOが陣頭指揮をとる会社もある。あらためて比較してみると、日米の環境は天地ほども違う。

3. 倫理／思想のなさ

ロボットに関しては、性善説の日本と性悪説の欧米というはっきりした対局の構図がある（友好的な日本、危惧する欧米）。そして今、ロボットを開発し実用化するにあたっては、性悪説をベースに、真剣にリスクや倫理の問題に取り組む必要が出て来ている。自律ロボットの頭脳、すなわち機械学習を重ねて賢くなった人工知能は、必ずしも人間のような倫理的な振る舞いをするとは限らず、自主的に法律を遵守するようにつくられているわけではない。ロボット／人工知能は、深い倫理的／思想的な問題を惹起する存在になりつつあり、参入したければ、哲学論争を制するくらいの覚悟がなければ、先に進めることはできなくなっていくことが予想されるが、皮肉なことに性善説／楽観論が支配する日本ではそのような議論にはほとんどお目にかかったことがない。『Robot Ethics（ロボット倫理学）』という本を出版し、リード・エディターを務めた、カリフォルニア理工州立大学のパトリック・リン准教授が、この本を編集するにあたって、ロボット・技術倫理分野の同僚たちに声を掛け、ロボット倫理に関する優れた論文を集めることができたとしながら、ロボット分野で世界的にも盛んな日本の学者、業界の専門家の論文を掲載したかったが、うまく見つからなかったという。だが、もっとシリアスなのは、次の指摘だ。「一般的に米国では技術に関連した問題が発生したとき、メディアが大きく取り上げるだけでなく、社会全般が自己組織化し、声高に、積極的に変革を推し進めようとする。日本では、福島のような深刻でとんでもない状況下でも、そのような行動はあまり見られない」

この辺りは上記2.にも影響してくるかもしれないが、日本では原発という非常にリスクの高い技術を用いるにあたって『社会全般の自己組織化』は未成熟で、政府や行政機関の取り組みも驚くほど拙劣だ。その日本に、原発に劣らぬほどのリスクがありうる新技術を扱う資格があるのだろうか。少なくとも、世界をリードするほどの準備ができているとは言い難い。

全体のまとめ

二足歩行ロボットは、良くも悪くもまだまだ未発達であり、未だ産業化とは程遠い状況である。少しずつ進化してきているものの問題点も多い。失敗を繰り返しそれに学ぶ地道な改良とそれを支える進んだ社会がないと『ロボット大国日本』は幻になってしまうだろう。

※1 PID 制御

制御工学におけるフィードバック制御の一種であり、入力値の制御を出力値と目標値との偏差（比例制御、P）、その積分（積分ゲイン、I）、および微分（微分ゲイン、D）の3つの要素によって行う方法のことである

※2 二足歩行ロボットの理論上の制御モデルに、無質量脚モデルがある。これは、脚の

質量はゼロで完全剛体、質量は全て胴体にあると仮定する。最も歩行を実現しやすいモデルだが、現実には製作することはもちろん不可能である。しかしそれに近いロボットに関する研究例は多い。欧米ではホッピングロボットあるいはホッピングマシンと言われ、1980年代から走行を実現している。ただしホッピングロボットは飛び跳ねていないと倒れてしまうので歩行は出来ない。日本では竹馬型ロボットと呼ばれる。

※3 ロボットを研究している、マサチューセッツ工科大学のロドニー・ブルックス教授

参考文献

<http://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%8C%E8%B6%B3%E6%AD%A9%E8%A1%8C%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%83%E3%83%88>

<http://d.hatena.ne.jp/ta26/20140429>

http://www.athome-academy.jp/archive/engineering_chemistry/0000000154_all.html

<http://www.nippon.com/ja/views/b00901/>

<http://www.twinring.jp/collection-hall/asimo/robot-gallery/>

http://www.takanishi.mech.waseda.ac.jp/top/research/wabian/previous_research/previous_research_j.htm

車の構造

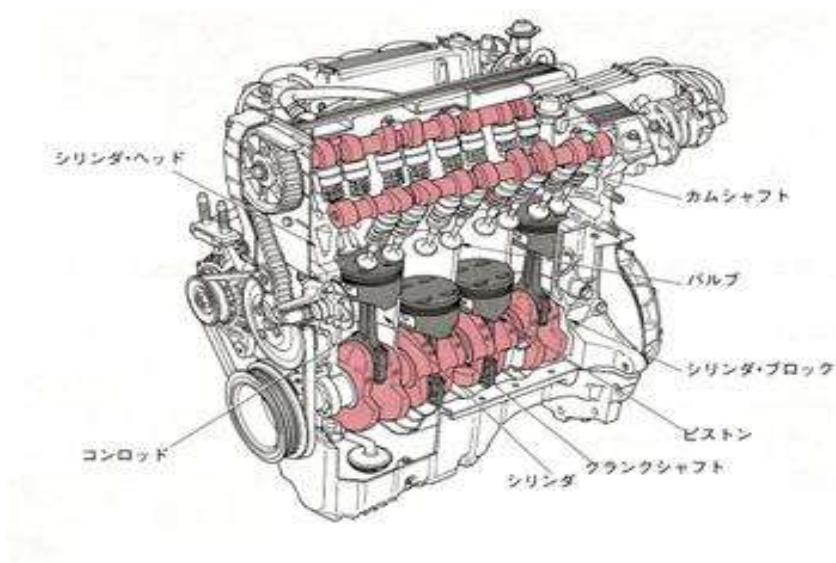
エンジンからタイヤまで

(1) エンジン(E/G)

- ・レシプロエンジン

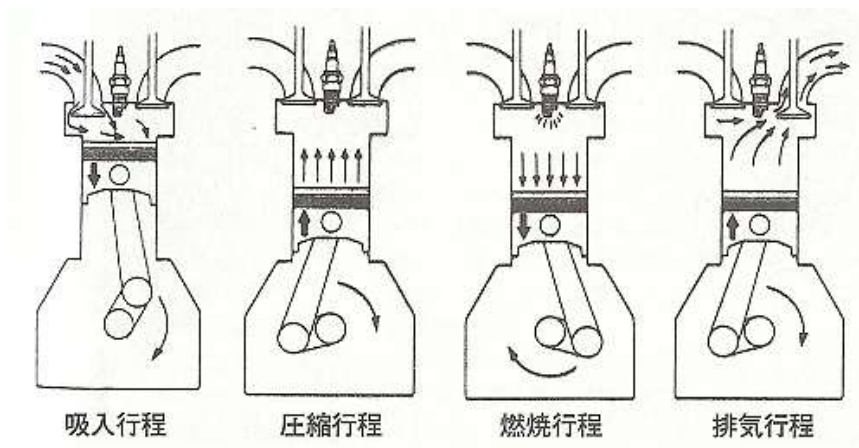


◀トヨタ・スプリンターレノに搭載された、
1. 6リッターの直4エンジン。)



▲一般的なレシプロエンジンのカット図

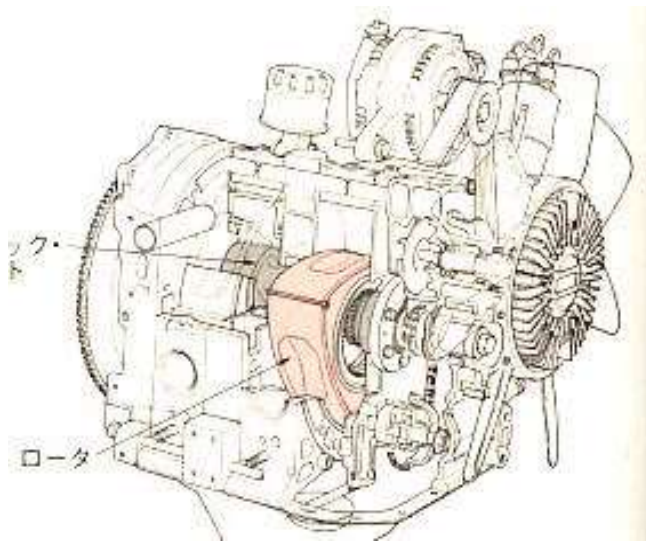
レシプロエンジンとは、自動車において一番一般的なエンジン方式。外部から取り込んだ空気を燃料と混ぜた混合気を燃焼室に吸気し、ピストンによって圧縮する。その後圧縮された混合気にスパークプラグで着火し、混合気を爆発させた力でピストンを押し下げる。このピストンの上下運動をコンロッドとクランクシャフトによって回転運動へと変換することで、回転動力を生み出す仕組み。



・ロータリーエンジン

▶ マツダ・コスモスポーツに搭載された、1リッターの2ローターエンジン。

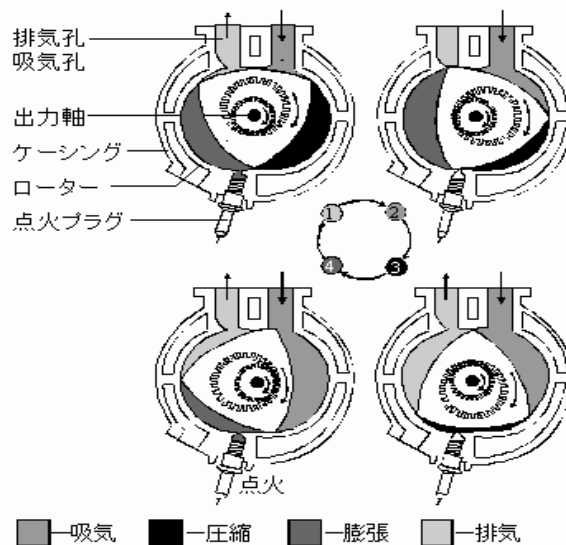




◀ 一般的なロータリーエンジンのカット図

ロータリーエンジンとは、混合気の爆発をそのまま回転動力として発生させるエンジン方式。出力軸の偏心部がローターの穴に通されていて、この両者間では自由に回転できるようになっている。ローターが自転1回転の間に3回公転して出力軸を3回転させるように、またローターの各頂点がローターハウジングの内壁をなぞるように、ローターの内歯とサイドハウジングの外歯とのかみ合いによって制御されている。ローターとローターハウジングの間の作動室容積は、ローターの1回の自転の間に拡大と縮小を2回ずつ生じる。この間にレシプロエンジンがクランクシャフト2回転で行うのと同様の工程を1サイクル実行するが、このサイクルがローターの3辺の上で位相をずらしてそれぞれ進行している。

図-ロータリーエンジン(ワンケルエンジン)の作動原理

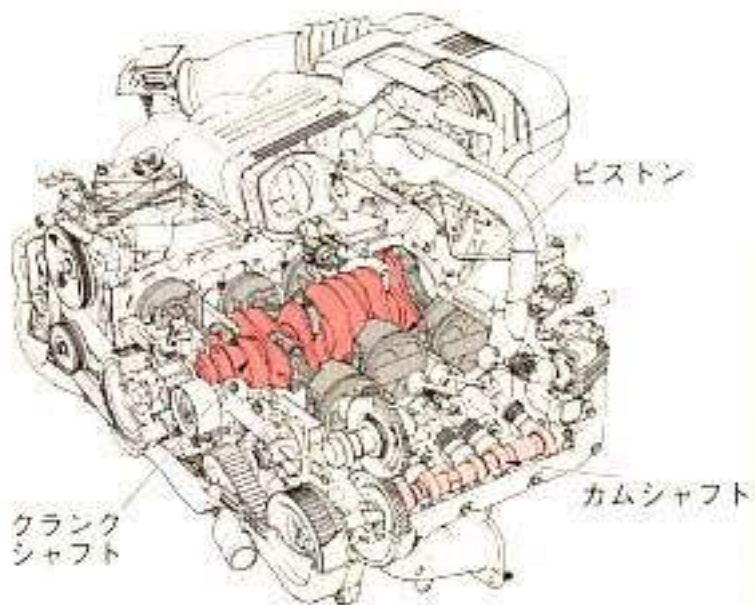


・ 水平対向エンジン



▲ スバル・インプレッサに搭載された、2リッターのボクサーエンジン。

一般的
な水平
対向
エンジ
ンの
カット
図



水平対向エンジンとは、レシプロエンジンの形式の一つ。1本のクランクシャフトをはさんでシリンダーを左右に水平に配置し、対になるピストン同士が必ず向かい合うように下降・上昇するエンジンである。ピストンの左右対称の動きがボクシング選手のグローブを打ち合わせる様子に似ることから、ボクサーエンジンとも呼ばれる。

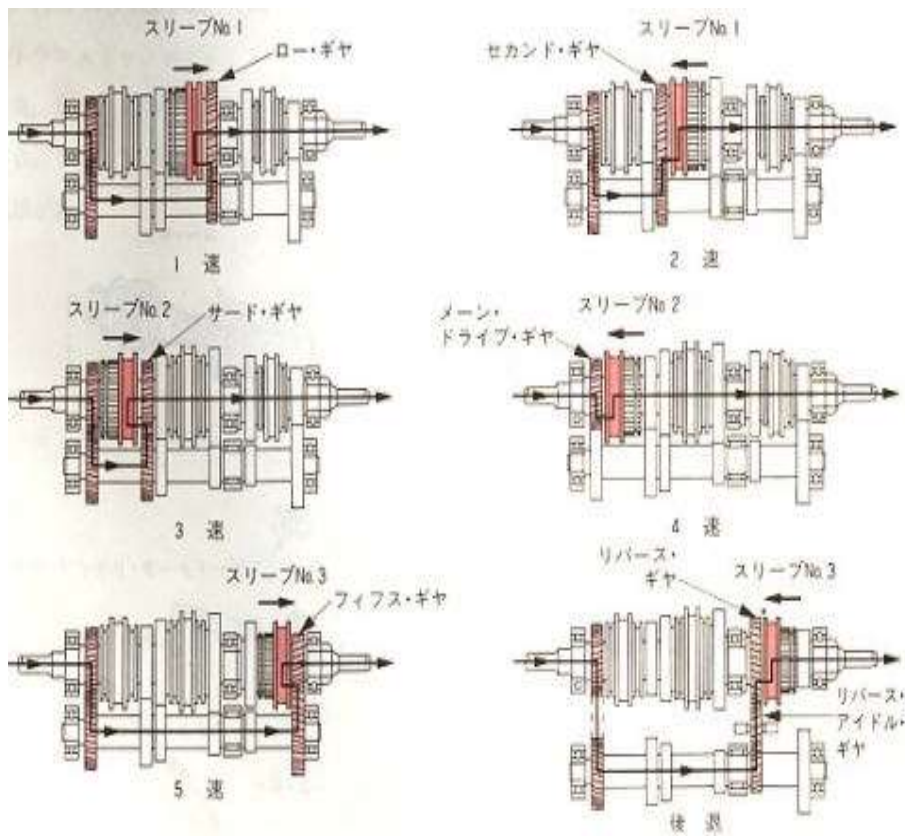
(2) トランスミッション(T/M)

トランスミッションとは、歯車や軸などから構成される、動力源の動力をトルクや回転数、回転方向を変えて活軸へと伝達する組立部品である。

日本語では変速機または変速機構とも呼ばれる。



実際のトランスミッション (カットモデル)。これはマニュアル・トランスミッションのもの。複数の大きさの異なったギアで構成されている事がわかる。



5速 MT の動力伝達経路図。インプットシャフト→カウンターシャフト→メーンシャフトという順番で動力が伝わる。

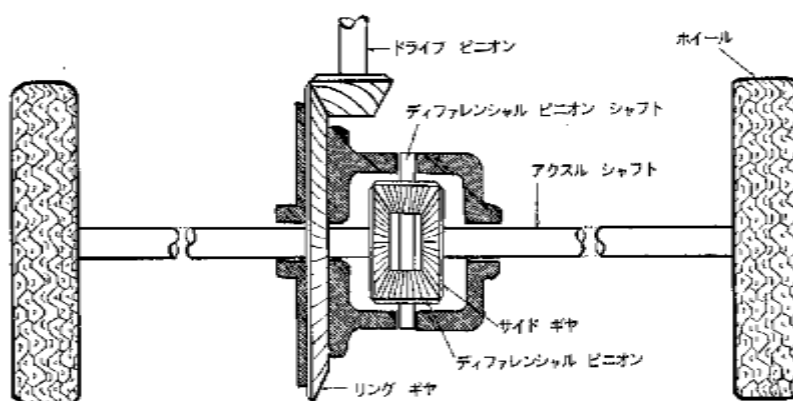
(3) デファレンシャル(D/F)

デファレンシャルは二つの部分の動きの差を検出、動力に差をつけ振り分ける装置。日本語では差動装置と訳される。



差動歯車はまず外側のリングギアに動力が伝えられる。リングギアには左右の車軸につながるサイドギアとその両者をつなぐピニオンギア（小歯車）を収めた枠が直結しており、それごと回転する。リングギアを固定した状態でサイドギアの一方を回転させたとしてもピニオンギアを介してもう一方は逆方向に回転する。

一方、車輪の片側を固定しリングギアを回した場合、もう一方の車輪が 2 倍の速度で回転する。実際の車輪の回転はこの中間においても無段階に変動し、両輪の回転数の平均値がリングギアの回転数と等しくなる。結果として車両は、直線であれ、曲線であれ、車輪がスリップすることなく滑らかに走行することができる。そのときのリングギアの回転から求められる速度は車両の左右の中心線の値となる。



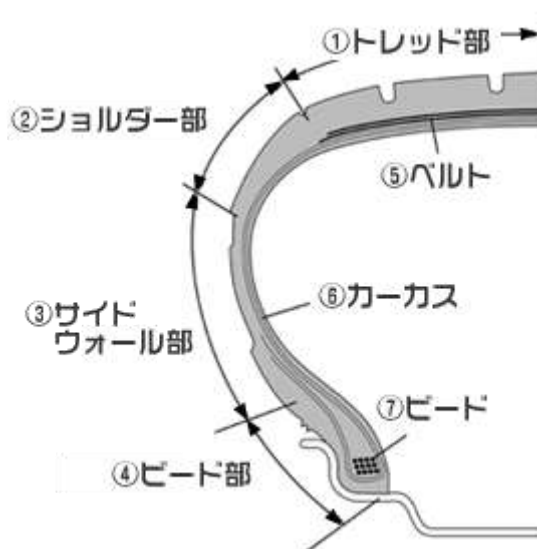
(4) タイヤ



▼写真はヨコハマタイヤ製
NEOVA AD08R。ADVAN

タイヤの構造はトレッド部、ショルダー部、サイドウォール部及びビード部に大別されゴム層、ベルト、カーカス、ビードワイヤーなどの部材で構成されている。

| 番号 | 名称 | 内容 |
|--------|----------|---|
| 1 | トレッド部 | <ol style="list-style-type: none"> 路面と直接接する部分で、カーカスを保護するとともに摩耗や外傷を防ぐタイヤの外皮。 表面にはトレッドパターンが刻み込まれており、濡れた路面で水を排除したり、駆動力・制動力が作用した際のスリップを防止したりする。 |
| 2 | ショルダー部 | <ol style="list-style-type: none"> タイヤの肩の部分で、カーカスを保護する役目を持つ。 |
| 3 | サイドウォール部 | <ol style="list-style-type: none"> 走行する際に最も屈曲の激しい部分。 カーカスを保護する役目を持つ。 タイヤサイズ、メーカー名、パターン名などが表示されている。 |
| 4
7 | ビード部 | <ol style="list-style-type: none"> カーカスコードの両端を固定し、同時にタイヤをリムに固定させる役目を負っている部分。 ビードは高炭素鋼を束ねた構造。 |
| 5 | ベルト | <ol style="list-style-type: none"> ラジアル構造のトレッドとカーカスの間に円周方向に張られた補強帯。 カーカスを桶のたがの様に強く締付けトレッドの剛性を高めている。 主にスチールコードを使用。 |
| 6 | カーカス | <ol style="list-style-type: none"> タイヤの骨格を形成するコード層の部分。 タイヤの受ける荷重、衝撃、充填空気圧に耐える役割を持っている。 タイヤの種類・サイズ等によりポリエステル、ナイロン、レーヨンコードを使用。 |



出典

吉田学園 北海道自動車整備大学校

<http://www.yoshida-seibi.jp/>

noBILES Formula-One

<http://www.nobiles.jp/f1/index.html>

ekohou.net

<http://www.ekohou.net/>

ガレージ菊池

<http://www.gara-kiku.com/index.html>

機械遺産

<http://www.jsme.or.jp/kikaiisan/index.html>

近藤エンジニアリング

<http://blog.kondoengineering.com/>

日産

<http://www.nissan.co.jp/>

carcabin

<http://www.carcabin.com/>

ユニバースの自動車工学教材

<http://www.tksam.co.jp/index.html>

日立デジタル平凡社の「世界大百科事典」

<http://homepage2.nifty.com/Masago/rotary-eng.htm>

株式会社ブリヂストン

<http://www.bridgestone.co.jp/index.html>

ヨコハマタイヤ

<http://www.yokohamatire.jp/yr/japan/>

電池



・電池とは

電池とは、熱、光、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。電池には大きく分けて化学電池と物理電池の2種類がある。化学電池は電気化学反応により化学エネルギーから電気エネルギーに変換する装置である。装置に用いられる化学物質に必要なときだけ化学反応を起こさせて電気エネルギーを取り出すことができるので、電気の貯蔵装置にもなる。物理電池は物理現象を利用して電気エネルギーを生み出す装置で、太陽光を電気エネルギーに変換するものを太陽電池、放射線のエネルギーを電気エネルギーに変換するものを原子力電池と呼ぶ。

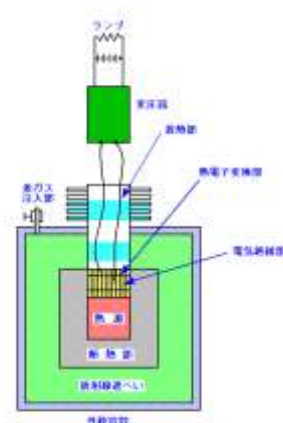


図2 熱電式原子電池の構造
(⁹⁰Srを用いた地上式のもの)

【出典】小林 昌雄：放射線工業利用、半書房（1977）

・電池の歴史

1. 原理の発見

イタリアの生物学者ガルバーニが、カエルの足の神経に2種類の金属をふれさせると、足が動くことを発見した。これが電池の原理の始まり。

2. 電池の発明

イタリアのボルタが希硫酸に亜鉛版と銅板を差し込み、2つを導線でつなぐと、銅から亜鉛に電流が流れる装置を開発した。いわゆる「ボルタ電池」である。これが現在の化学電池の原型である。

3. 電池の実用化

その後、イギリスのダニエルがボルタ電池の分極による起電力の低下を改良した。構造は、容器を素焼き板で仕切り、電解液を正極は硫酸銅(II)、負極は硫酸亜鉛(II)に変更された。これが「ダニエル電池」である。この後、モールス信号を用いた電信の実験が成功し、電池は電信の電源として利用されるようになった。

4. 二次電池の発明

フランスのガストンにより、鉛蓄電池が開発された。構造は2枚の鉛板の間に2本のテープを挟み込み、それを包んで円筒状にしたものを希硫酸中に入れたもので、正極に二酸化鉛、負極に鉛を使用する。

5. 乾電池

フランスのルクランシュが開発した電池は、正極に炭素棒、負極に亜鉛を用い、それぞれ二酸化マンガン、塩化アンモニウム水溶液を電解液として使用した。現在の乾電池の原型だが、塩化アンモニウムがこぼれる、冬は薬品が凍結するなどの欠点があった。特に問題があったのが、電解液が漏れ、金具が腐食してしまうことであった。これを、日本の屋井が炭素棒にパラフィンをしみこませ、金属の腐食を防ぐことに成功した。また、ドイツのガスナー

は電解液をセメントで固めることで、電解液が漏れる欠点を解消した。これによって一般的に利用されるようになった。

・電池の種類

1. 物理電池

物理現象から直接電気エネルギーを取り出すもので、太陽電池、原子力電池、熱電池などがある。

2. 生物電池

生体触媒や、微生物を用いた生体化学反応を利用して電気エネルギーを取り出す装置である。生物太陽電池や生物燃料電池などがあるが、いまだ研究段階であり、開発に期待がかかっている。

3. 化学電池

一般的に電池といえば化学電池のことを指す。内部の物質の電気化学反応により化学エネルギーを電気エネルギーに変換する。一次電池、二次電池、燃料電池などがある。

化学電池には用途に合わせて様々に使い分けられ、形も様々である。円筒形、積層形、ボタン型などがある。

1. 一次電池

最も一般的な使い切りの電池。使用に伴って起電力が徐々に低下していく。化学反応によって電力を取り出すため温暖な環境では反応が進み、電力が維持しやすくなる。一次電池はマンガン乾電池、アルカリ乾電池がある。

マンガン乾電池は容量が小さく、大きな電流は得られないが、放電後に放置すると電圧が回復する。そのため、小電力で長時間使用するものに適する。また、アルカリ乾電池は大容量であるが、自己放電の割合も大きいので、短寿命である。従って、短期間で大きな電流を消費するものに用いる。

2. 二次電池

充電を行うことで電気を蓄えて電池として機能するようになり、繰り返し使用できる電池。車のバッテリーに使用される鉛蓄電池や、モーターなどの高出力用途に用いるニカド電池、



ハイブリッドカーに用いられるニッケル水素充電電池などがある。ニッケル水素充電電池の構造は、正極に水酸化ニッケル、負極に水素吸蔵合金、電解液に水酸化カリウムを用いる。

3. 燃料電池

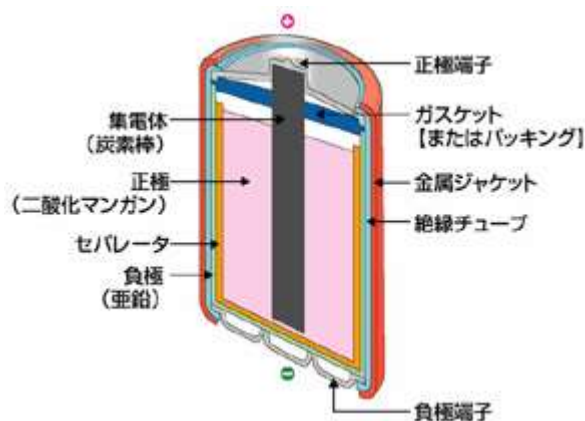
補充可能な負極活物質と正極活物質を常温または高温環境で反応させることで継続的に電力を取り出せる電池。一般的に正負極活物質には水素と酸素が用いられる。電気容量に限界がある一次、二次電池とは、正極剤、負極剤を補充し続けることで制限なく放電を永続的に行える点が異なる。化学エネルギーから電気エネルギーに変換する際に、他のエネルギーを経ないため、発電効率が低い。また、システムの規模にあまり左右されず、騒音や振動も少ない。ノートパソコン、携帯電話などの携帯機器、自動車、鉄道、軍事兵器にまで至る幅広い用途での活躍が期待される。

・電池の仕組み、注意点

1. 乾電池

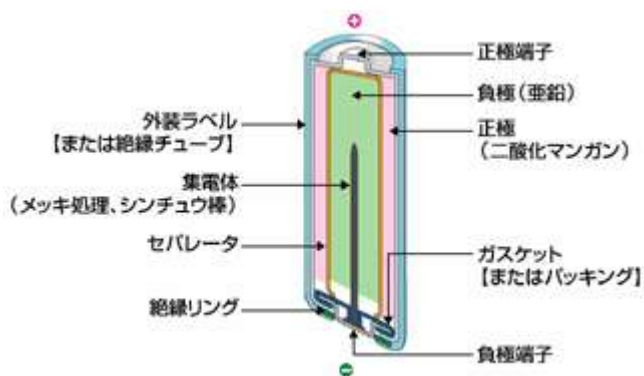
<マンガン乾電池>

中心に集電体という炭素棒があり正極活物質に二酸化マンガン、負極活物質に亜鉛を充填し、電解液は塩化亜鉛や塩化アンモニウムを用いる。正極と負極はセパレータで区切られており、正極、負極、炭素棒は絶縁チューブにおおわれている。マンガン乾電池の電解液は液性が弱酸性なので、液漏れしても人体の被害は小さく済む。



<アルカリ乾電池>

アルカリ乾電池は集電体にメッキ処理をした真鍮棒を使用し、正極活物質に二酸化マンガン、負極活物質に亜鉛を用いる。電解液は苛性アルカリ(水酸化カリウム)を使用する。アルカリ乾電池の電解液は液漏れの際は端子の腐食のほかに、人体に触れると皮膚を痛めてしまう。

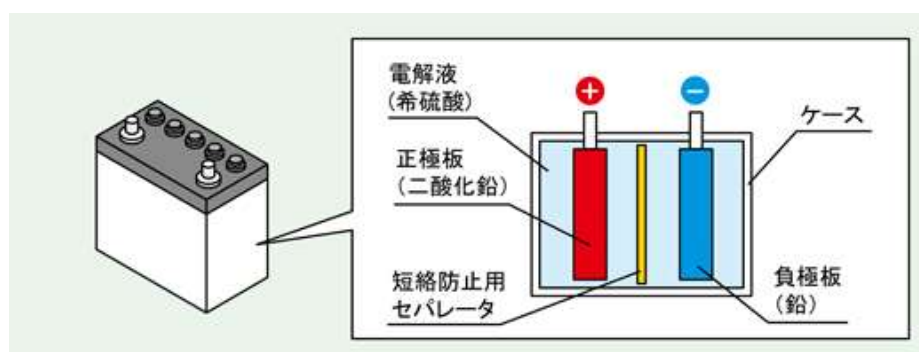


2. 鉛蓄電池

正極に二酸化鉛、負極に鉛、電解液は希硫酸を用いる。放電の際の動作は、負極で鉛が酸化され、正極で二酸化鉛が還元される。生成される物質は両極とも硫酸鉛である。電解液の硫酸が消費されるので起電力は低下するが、原理的には活物質が無くなるまで放電し続けることができる。

充電の際の動作は、放電の逆反応で、負極は硫酸鉛が還元されて金属鉛となり、正極では鉛(II)イオンがさらに酸化されて二酸化鉛になる。このとき、硫酸イオンは電解液中に戻るため、硫酸の濃度は回復し、電池は放電前の状態に戻る。

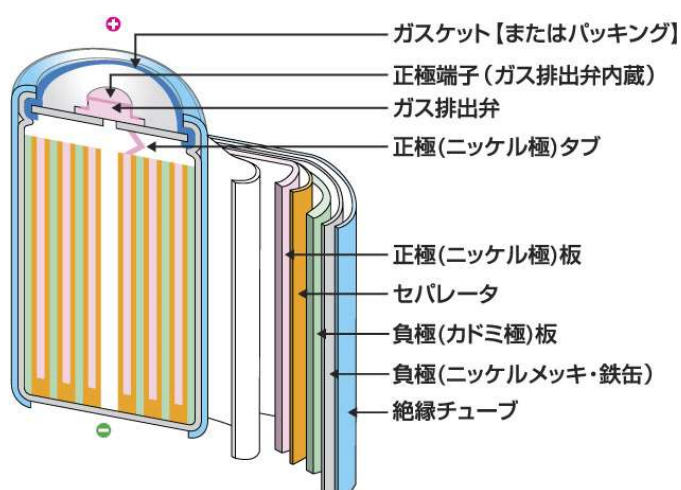
鉛蓄電池は充放電を無限に繰り返せるわけではなく、放電した状態で放置すると、生成した硫酸鉛が固い結晶に成長してしまう。また、活物質を消費しきるまで放電すると、充電されず取り残される硫酸鉛が多くなる。硫酸鉛は溶解度が非常に小さく、活物質中に析出すると電流が流れにくくなり、充放電の際に不都合が生じる。よって、鉛蓄電池は放電後すぐに充電しなければ寿命が短くなる。



3. ニカド電池

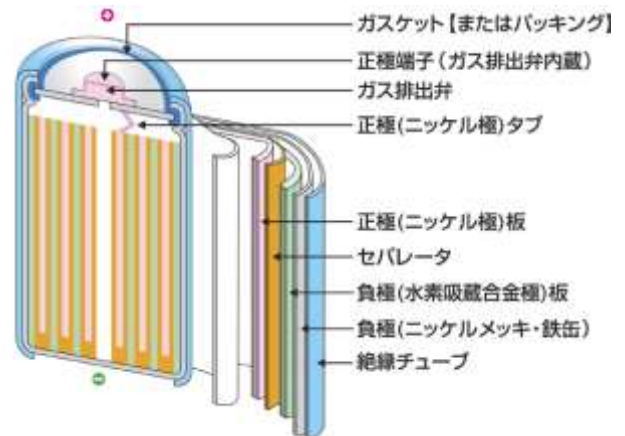
正極にオキシ水酸化ニッケル、負極にカドミウムを使用し、電解液は水酸化カリウムを用いる。放電時は正極では水酸化ニッケルが、負極では水酸化カドミウムが生成する。充電時はその逆である。

ニカド電池は自己放電が大きいため、使用する直前に充電しなければならない。また、カドミウムは非常に毒性が強いこと、容量が少ないこと、継ぎ足し充電をした際に放電中に一時的な電圧降下を起こすこと(メモリー効果)が多く管理が面倒である。



4. ニッケル水素充電電池

正極にオキシ水酸化ニッケル、負極に水素吸蔵合金、電解液に濃水酸化カリウム水溶液を用いる。放電時は正極では水酸化ニッケルが生成し、負極では水素吸蔵合金から水素が解離し、水が生成するが、正極で消費されるので増減しない。充電時は、正極では水酸化ニッケルが酸化されオキシ水酸化ニッケルが、負極では水素が生成する。



ニカド電池と互換性があり、長所は、容量はニカド電池の2倍でメモリー効果が小さく環境負荷物質を使わないこと、繰り返し使用に強いこと、過放電、過充電に強いことである。短所は、充電時の発熱が大きいこと、自己放電が大きいこと、低温に弱いことである。

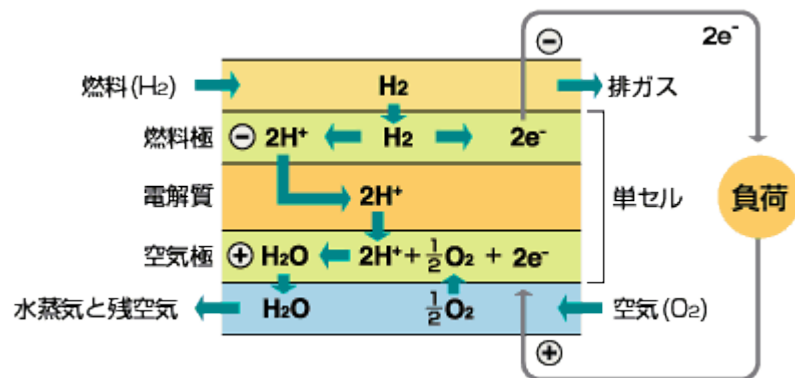
5. リチウムイオン電池

ニッケル水素を超えるエネルギーを持った二次電池。高い放電電圧を持ち、リチウムの溶解、析出を伴わずにリチウムイオンを吸蔵、放出できるので500回以上の充放電に耐えられる。正極活物質にコバルト酸リチウム、負極活物質に炭素が一般的だったが、最近ではニッケルやマンガンを含んだ正極やスズを含んだ負極なども実用化されている。電解液は有機溶媒に溶解したヘキサフルオロリン酸リチウムである。

ニカド電池やニッケル水素二次電池と比べると軽く、メモリー効果がない。また、自己放電の割合も少ない。しかし、過放電や過充電による発熱や発火、場合によっては爆発するので注意が必要である。

6. 燃料電池

原理は水の電気分解の逆であり、水素と酸素から永続的に電力を生み出すことができ、生成物は水で、地球環境に優しい。燃料電池の内部はセルと呼ばれる板がいくつも積み上げられていて、セル同士の間のセパレータで隣同士の水素と酸素の通路を仕切り、さらに電氣的に繋ぐ役割もしている。セルは空気極(プラス電極)と燃料



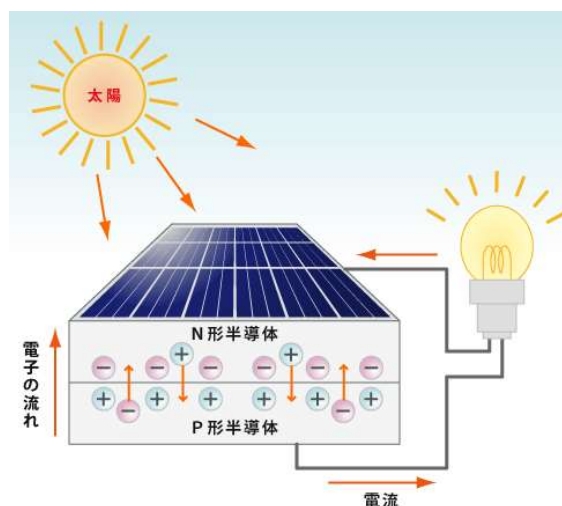
極(マイナス電極)が電解質を挟んだ構造をしている。水素は電極中の触媒により水素イオンになり、電解質はイオンしか通さないで切り離された電子は外に出ていき、電解質の中を通ったイオンは反対側の電極に送られた酸素と外部から電線を通して戻ってきた電子と反

応して水になる。この電子が電線を移動することが電気を発生(発電)した、ということになる。

燃料電池の特徴は材料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するので発電エネルギー効率が良いこと、環境に優しいこと、騒音や振動が少ないこと。デメリットはコストが高いこと、寿命が短いこと。

7. 太陽電池

光エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置で、一次電池や二次電池のように電気を蓄えるものではなく、光起電力効果で光を即時に電力に変換する。太陽電池は薄いシリコンの板を多数並べたもので、シリコンはホールが多くプラスの電荷を持った p 型半導体と、電子が多くマイナスの電荷を持った n 型半導体の二種類を重ね合わせ、ここに太陽光を当てたときの光電効果を利用する。



8. 原子力電池

原子エネルギーを利用した電池。非常に寿命が長い。放射性同位体の崩壊熱の熱電対を利用して電力を生み出す。

・電池のトラブル

1. 液漏れ

液漏れには「未使用電池の液漏れ」と「使用中、使用後の液漏れ」がある。前者の原因は長期保管、落下による変形、高温や多湿などの劣悪な環境、さびや内部ショートがある。後者は電池内部で化学変化により異常なガスが発生し、そのガスを吸収するための機関の圧力が規定を超えた際に電池を破裂させないためにガスを抜く。このガスを抜く動作のときに気化した電解液や液体のままの電解液が同時に放出された際に液漏れという現象となって現れる。これが原因である。

液漏れを防ぐには電池の逆挿入をしない、異種電池、新旧電池の混在使用に注意すること。

2. 短絡

短絡とは、電位差のある二点間を非常に小さい抵抗で接続すること。いわゆるショートである。電池の正極と負極を直接つなぐと、発熱、発煙場合によっては爆発するので大変危険である。電子工作では部品の接触不良などで起こる可能性があるので電池をつなぐ前に目視

などでしっかり確認することが重要である。



・電池の今後

<進化する電池>

リチウムポリマー二次電池

リチウムイオン二次電池の一種。他の二次電池と比べ、軽量で形状を自由に作ることができる。電解質にポリエチレンオキシドやポリフッ化ビニリデンからなるポリマーに電解液を含ませてゲル化したものである。仕組みなどはリチウムイオン電池と変わらないが、電解質がゲル状であるため液漏れしにくい。

リチウムポリマー二次電池は非常にデリケートで、充電状態で保管すると内部短絡で発火する恐れがある。外装が衝撃を吸収する構造ではないため、折り曲げたりつよい衝撃を与えたりすると、内部短絡が起こる可能性がある。さらに、過放電になると充電が二度とできなくなる。

リチウムイオン二次電池は一定以上形状を薄くすることは不可能なので、携帯機器やノートパソコンをよりコンパクトにするにはリチウムポリマー二次電池の開発が不可欠である。



・出典

<http://www.baj.or.jp/knowledge/>

<http://www.baj.or.jp/qa/>

<http://kotobank.jp>

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=08-04-02-08

<http://panasonic.co.jp>

<http://www.geocities.jp/hiroyuki0620785/battery/battery.htm>

<http://www.geocities.jp/hiroyuki0620785/battery/batterykind.htm>
http://www.geocities.jp/chemistry_10th_yellow/history.html
<http://roomx.jp/pc/roomb/?p=632>
http://www.gas.or.jp/fuelcell/contents/01_2.html
<http://ja.wikipedia.org/wiki>
<http://www.tdk.co.jp/techmag/knowledge/200510/>
<http://home.e-catv.ne.jp/okadaf/battery.html>
<http://www.mhi-msh.jp/solution/battery/kisochisiki/>
http://www.gxk.jp/elec/musen/1ama/H19/html/H1904A18_.html
<http://www.nbskk.co.jp/engineering/solution/battery.html>
<http://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/solar/>
http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1308/12/news058_2.html
<http://ryohnan.in.coocan.jp/eco/explosion/>
<http://sengoku-akb.jugem.jp/?eid=133>
<http://www.kpt.co.jp/campaign/denchi.aspx?Ref=1>
<http://www.engadget.com/2006/08/14/dell-recalls-4-1-million-batteries/>



シングルボード・コンピュータ

シングルボード・コンピュータとは

シングルボード・コンピュータ (Single-board computer) は、1枚の回路基板にマイクロプロセッサ・メモリ・入出力端子など、単体でコンピュータシステムとして動作するために必要な機能をすべて組み込んだコンピュータのことです。英語圏では頭文字をとって **SBC** と略されることも多いようです。また、国内では「シングルボード・パソコン」という表現もあります。プロセッサの評価目的、教育目的、組み込みコントローラーとしての利用など、その設計目的は様々です。

初期のシングルボード・コンピュータ

「シングルボード・コンピュータ」と呼べるもので最初に登場したものは 1976 年ごろの **dyna-micro** というものです。Intel C8080A という CPU を採用しています。米国の電子工学雑誌 **Radio-Electronics** 1976 年 5 月号で紹介されています。国内では同じ 1976 年に NEC がトレーニングボードとして発売した **TK-80** がよく取り上げられます。



図 1 dyna-micro

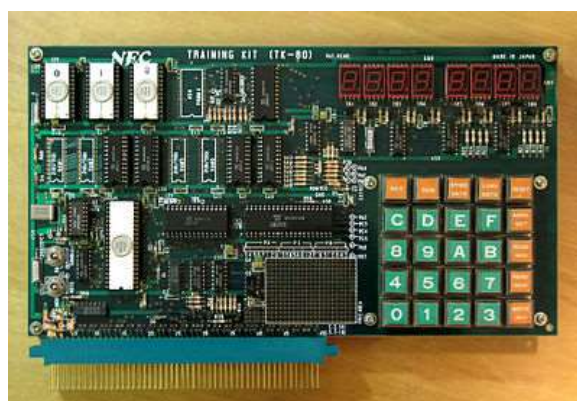


図 2 TK-80

近年のシングルボード・コンピュータ

近年、教育目的のシングルボード・コンピュータがブームとなっています。このブームの火付け役となったのは、**Raspberry Pi** と言って間違いないでしょう。図 3 は、Wikipedia の「**Comparison of single-board computers**」で比較されているものを基に作成した、2010 年 9 月を起点にしたシングルボード・コンピュータの累計です。

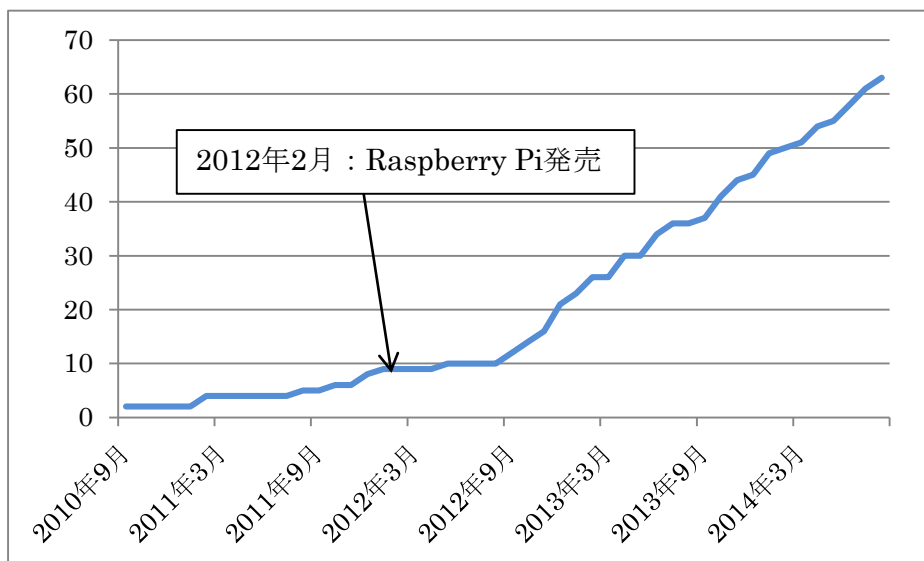


図 3 Arduino Uno を起点とした SBC の累計 (筆者作成)

グラフを見ると Raspberry Pi の登場以来、シングルボード・コンピュータの登場ペースが上がっていることが分かります。2012年9月以降では1ヶ月に2つ以上発表されている計算になります。

シングルボード・コンピュータの特徴

シングルボード・コンピュータは単体でコンピュータシステムとして動作しますので、Arduino のようなマイコンボードと異なりプログラムするための別の PC が不要という特徴があります。

近年のシングルボード・コンピュータは、組み込みシステムのコントローラーとしてはもちろん、サーバとして、またデスクトップ環境を動作させるのにも十分な性能を持つという特徴があります。その性能の割に安価で入手できます。例えば、Raspberry Pi の Model A は\$25、Model B は\$35 で購入できますし、BeagleBone Black というモデルは\$45 で購入できます(すべて米ドル)。

またシングルボード・コンピュータは 2.0~5W と非常に低消費電力という特徴がありますので、例えばサーバとして 24 時間動作させる場合にも適しているといえます。

GPIO と呼ばれる汎用入出力ポートを備えており、外部に接続したハードウェアをプログラムで制御することができます。

また、Raspberry Pi をはじめとする人気のボードについて書かれた書籍が次々と出版されており、ウェブ上でもシングルボード・コンピュータを使って作った作品の記事などが増え続けています。つまり、情報源が豊富になってきており、初心者でも簡単に始めることができるようになってきています。

代表的なシングルボード・コンピュータ

Raspberry Pi

Raspberry Piはイギリスで開発されたARMプロセッサを搭載した小型のコンピュータです。1080p(フルHD)映像をデコード可能なGPUを内蔵し、HDMIとコンポジットのビデオ出力端子を備えています。「名刺サイズPC」とも言われ、その大きさは手のひらに載ってしまうほどです。

ハードディスクやフラッシュメモリといったストレージは搭載されていませんが、代わりにSDカードスロットが搭載されておりLinuxベースのオペレーティングシステムをインストールして動作させることができます。「Raspbian」というDebian¹ベースのLinuxディストリビューションの使用が推薦されており、ラズベリーパイ財団のウェブサイトからイメージファイルをダウンロードして、SDカードに書き込んで簡単に使うことができますようになっています。



図 4 Raspberry Pi



図 5 Raspbian のデスクトップ環境

2014年6月末時点での世界累計販売台数は、2012年3月のRaspberry Piの発売から300万台を突破したことが明らかになっており、Raspberry Piの人気はもはや疑う余地がありません。

2014年7月14日に従来のモデルに比べ、GPIO(後述)のピン数が増え、USBポートが2つから4つに増えたRaspberry Pi Mode B+という新しいモデルが発表され、さらに注目が高まっています。

BeagleBone

BeagleBoardとも呼ばれ、こちらもARMプロセッサを搭載しています。最初のBeagleBoardは2008年7月に登場し、Raspberry Piよりも早くに登場しています。

¹ Linux ディストリビューションの一種

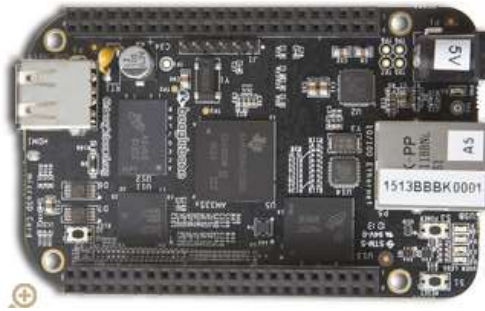


図 6 BeagleBone Black

同じARMプロセッサといってもRaspberry PiはARMv6と呼ばれる設計のプロセッサを搭載するのに対し、BeagleBoneはARMv7というより新しい設計のプロセッサを採用しています。ベンチマークのスコアはRaspberry Piは965 DMIPS²に対し、BeagleBoneは1440 DMIPSというより高いスコアとなっています。

価格はBeagleBone BlackがRaspberry Piと比較して\$10~\$20高い設定となっていますが、性能を比較するとコストパフォーマンスは優れているといえるでしょう。

Intel MinnowBoard MAX

Intel MinnowBoard MAXはIntelの開発したAtom E3800シリーズを搭載したシングルボード・コンピュータです。2014年4月に登場した比較的新しいものです。Atom E3815（シングルコア・1.46GHz動作）を搭載したモデルとAtom E3825（デュアルコア・1.33GHz動作）を搭載したモデルがあります。それぞれ価格は\$99と\$129となっており、Raspberry PiやBeagleBoneと比べると別の市場を狙っているといえるでしょう。

Intelのx86系プロセッサを搭載することや、Androidが動作するという特徴があるため、プロトタイピングの分野では一定の人気が出るだろうといわれています。



図 7 MinnowBoard MAX

² Dhrystone MIPS (million instructions per second)

利用例

教育目的

シングルボード・コンピュータの利用例として、コンピュータサイエンスの教育に利用するというものがあります。特に **Raspberry Pi** は教育用途に重点を置いており、プログラミング教育などに使われることを第一に想定しています。

日本では、2012 年度から実施されている文部科学省の新学習指導要領において、中学校の技術・家庭科で「プログラムによる計測・制御」の履修が義務付けられており、**Raspberry Pi** を教材として導入する学校が増加しています。小学校や高等学校、大学等の教育機関での教材としても関心が高まっていっています。

研究用途

Raspberry Pi は一台当たりの性能はデスクトップコンピュータと比較すると低いものですが、複数台の **Raspberry Pi** を並列に動作させてスーパーコンピュータ並みの性能のコンピュータを作るという試みがなされています。

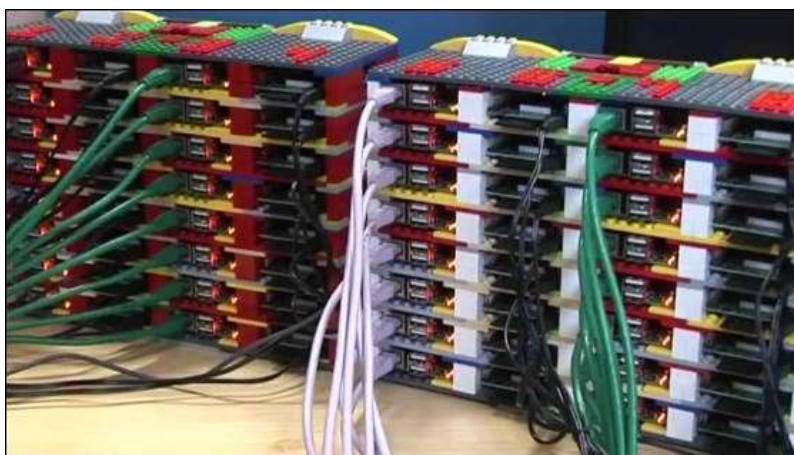


図 8 Raspberry Pi を 64 台使ったスーパーコンピュータ

ホビー用途

シングルボード・コンピュータの多くは GPIO と呼ばれる汎用の入出力ポートを備えており、ボードに接続したセンサーから情報を得たり、LED を制御したりといったことができます。このため、DIY や電子工作の分野でも様々な用途に利用されています。



図 9 LED キューブ。Raspberry Pi を使って制御されている

参考文献

「Raspberry Pi(ラズベリーパイ)」世界累計販売台数 300 万台を突破。(日付不明).
参 照 日 : 2014 年 8 月 27 日 , 参 照 先 :
http://jp.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=footer1/release/140710_rpi_3million

2 歳の誕生日を迎えた Raspberry Pi の偉大な功績を振り返るとこんな感じ。(2014 年 3 月 3 日). 参 照 日 : 2014 年 9 月 23 日 , 参 照 先 : GIGAZINE:
<http://gigazine.net/news/20140303-raspberrypi-second-birthday/>

Comparison of single-board computers. (2014 年 8 月 25 日). 参 照 日 : 2014 年 8 月 26 日 , 参 照 先 : Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_single-board_computers#Physical_and_electrical_comparison

Japanese Raspberry Pi Users Group. (2013). Raspberry Pi [実用] 入門 ~手のひらサイズの ARM/Linux コンピュータを満喫! (Software Design plus).

Radio Electronics May 1976. (日付不明). 参 照 日 : 2014 年 8 月 27 日 , 参 照 先 : Southwest Technical Products Corp.:
http://www.swtpc.com/mholley/RadioElectronics/May1976/RE_May1976.htm

Raspberry Pi. (日付不明). 参 照 日 : 2014 年 8 月 27 日 , 参 照 先 : Wikipedia:
http://ja.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

SBC 【 Single Board Computer 】 シングルボードコンピュータ.(日付不明). 参 照 日 : 2014 年 8 月 26 日 , 参 照 先 : e-Words: <http://e-words.jp/w/SBC-1.html>

Single-board computer. (2014 年 8 月 25 日). 参 照 日 : 2014 年 8 月 26 日 , 参 照 先 : Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer

TK-80. (日付不明). 参 照 日 : 2014 年 8 月 27 日 , 参 照 先 : Wikipedia:
<http://ja.wikipedia.org/wiki/TK-80>

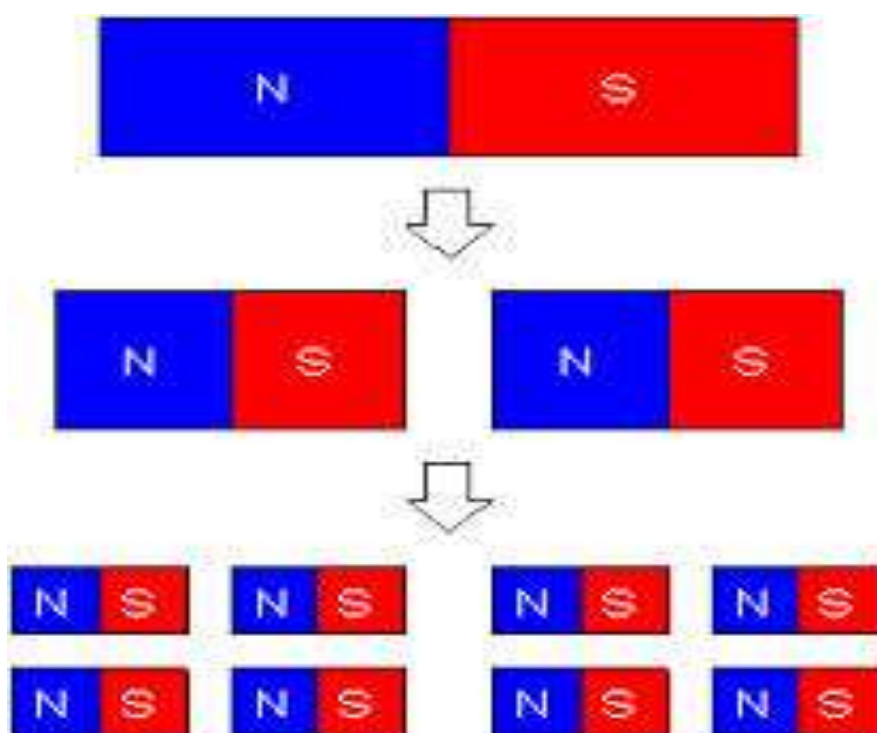
信頼高橋. (2013 年 10 月 29 日). Google が日本の IT 教育支援、5000 台の Raspberry Pi を提供へ、Schmidt 会長も “授業” . 参 照 日 : 2014 年 8 月 27 日 , 参 照 先 : ITpro:
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20131029/514542/>

モノポール (磁気単極子)



磁気モノポールとは

通常、磁石には N 極、S 極の二つの磁極が必ず存在し、この組み合わせを磁気双極子という。これに対し、N 極、又は S 極のどちらかの磁極だけのものを磁気単極子という。両端がそれぞれ N 極と S 極になっている棒磁石があったとして、これを真ん中で二つに折ったとしても、同じく両端がそれぞれ N 極と S 極になっている棒磁石が二つできるだけの事であり、N 極と S 極のみを単純に取り出す事はできない。



磁気単極子（モノポール）はまだ見つかっていないが、いろいろな方法で捜されている。磁場中での振る舞いを見る方法、超伝導コイルの中を通った時に起こる電流を検出する方法のほか、ディラックの予言するモノポールの場合、高速の粒子についても物質中でのエネルギー損失が大きいことや、光子との反応が強い（光子の放出確率が高い）ことを利用する方法がある。

陽子崩壊の触媒作用

予想される大統一理論（自然界の四つの基本的な力のうち、三つを一つの形に統一しようとする理論）においては、素粒子のグループであるクォークとレプトンは本来同じ粒子の異なった状態であり、インフレーション（初期の宇宙が引き起こした指数関数的な急膨張）の際の相転移によって分化したとされ、相互に変換可能であるとされる。陽子内のクォークがレプトンに変化するとバリオン数（素粒子を分解する際に使われる、電荷の一種）を保持で

きなくなり陽子崩壊が発生する。しかし陽子の予想寿命が極めて長く、クォークからレプトンへの変化は極めて低い確率でしか発生せず、現在まで観測されていない。だがモノポールはインフレーション以前のクォークとレプトンが分化する前の空間の位相欠陥(素粒子理論において、相転移が起きる際にできる局所的なエネルギーの集中領域)であり、その中心部付近においてはクォークとレプトンは分化することができず、分化前の粒子に戻ってしまい、そこから通常空間に復帰した粒子はクォークにもレプトンにも変化する可能性がある。そのため陽子や中性子のクォークがモノポールの磁力で引き付けられ、中心部付近を通過してレプトンに変化すると陽子崩壊が発生する。モノポール自身は外部からのクォークを変換しただけで不変であるので、これを触媒に見立てることができる。これらの作用を予想した人物の名を取ってルバコフ効果と呼ぶ場合もある。

磁気モノポールによりできるかもしれないこと

- ・磁場と電場を対等に操作することができるようになり、これまでの動作原理を超えた新しい情報伝達や情報記録
- ・既存の方法では近い将来限界をむかえるデバイスの高密度集積化や省エネルギー化

トリスタン実験による磁気モノポールの探索

トリスタン実験:衝突型加速器を用いて行われた日本で初めての本格的な素粒子物理学実験。1980年代初頭から90年代中頃まで実施された。

SHIP 実験は、衝突点を特殊なプラスチック板 (CR39) で囲んだ超小型の測定器で、「モノポール探索」を目的とした特殊実験である。通常の粒子はこの板に痕跡を残さないが、モノポールは非常に大きな電離作用により特別な痕跡を残すはずである。この痕跡を探ることによりモノポールを発見しようという実験である。

電荷には+と-があってそれぞれを取り出せるが、磁石のように磁極のN極とS極は単独では取り出すことができない。モノポールはディラックにより導入された粒子で、磁気単極子という名前のように磁石のN極またはS極だけの磁荷をもっている。電荷と同様に電磁相互作用をするが、電荷1の粒子に比較すると電荷量で数十倍と非常に大きい。電子・陽電子衝突で生成される粒子は殆どが電荷1である。それ以上のものは、ビームパイプや残留ガスにビーム電子等が衝突してでてくる原子核である。モノポールは数十の電荷量を持ち、物質中では電離による大きなエネルギー損失をする。SHIPではCR-39という特殊なプラスチック板を使ってモノポール探索をおこなった。これは電荷量の大きな粒子だけに感度があり、エッチング処理によって痕跡が現われる。約3年にわたる実験の結果、モノポールの痕跡となるものはなく、約30GeV以下には存在しないという結果が得られている。

※GeV : $1.60217657 \times 10^{-10}$ ジュール

疑似モノポール

前述のとおり、磁石は必ず N 極と S 極がペアを形成する。しかし、近年の理論的研究により、特殊な磁性体ではその素励起が N 極と S 極のみの磁石（磁気モノポール）のように振る舞うことが分かってきた。特に、スピニアイスと呼ばれる磁性体においては、熱揺らぎの効果として現れる点欠陥（原子配列の乱れ）が磁気モノポールとして振る舞うことが実験的に確認されている。しかし、この磁気モノポールは電子のような波動性を持たず、ランダムな熱拡散的運動を行い低温で凍結してしまう。

※熱揺らぎ:磁性を持つ粒子が小さくなると外部の熱エネルギーの影響を受けて磁性軸を一方方向に保つことができなくなる現象

東京大学物性研究所の研究チームは、名古屋大学、ジョンズ・ホプキンス大学、オークリッジ国立研究所と共同で開発した $\text{Pr}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ という新しいスピニアイス磁性体において、磁気モノポールが半導体中の電子のようにコヒーレントに伝搬することを見出した。量子的波動性を持つ磁気モノポールが見つかったのは本研究が初めてであり、磁性体における磁気モノポールの理解に大きく貢献する可能性がある。さらに、この磁気モノポールは電流を必要とせずにスピンの情報を運べる可能性があるため、よりエネルギーの損失が少ないスピントロニクス of 構築に繋がると期待されている。

※コヒーレント:波動が互いに干渉しあう性質をもつさま。二つ（または複数）の波の振幅と位相の間に一定の関係があることを意味する

参考 URL

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%81%E6%B0%97%E5%8D%98%E6%A5%B5%E5%AD%90>

<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/utokyo-research/research-news/magnetic-monopoles-propagating-in-a-magnetic-material/>

<http://legacy.kek.jp/hyouka/TRISTANreport/>

甲南大学文化会 KSWL 技術部門

HP <http://www.club.konan-u.ac.jp/~KSWL/tech/>