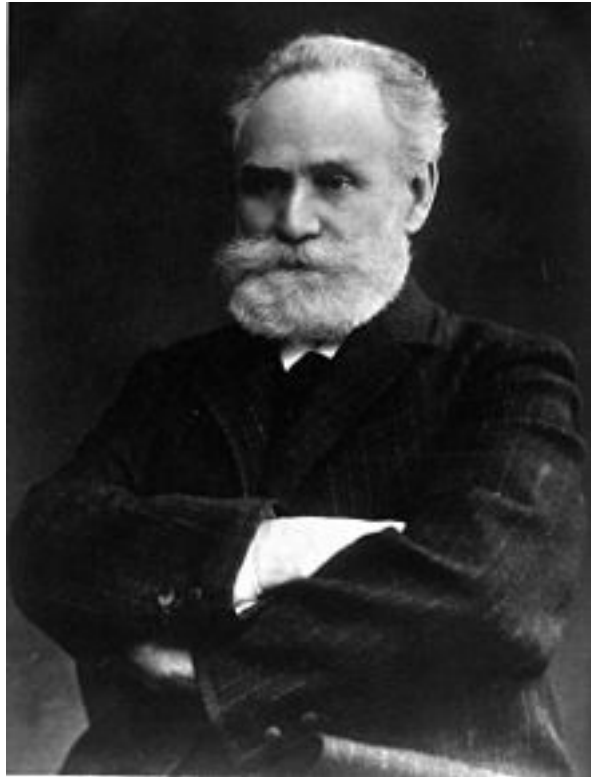


脳の学習理論

神経の学習モデル …パブロフの犬…

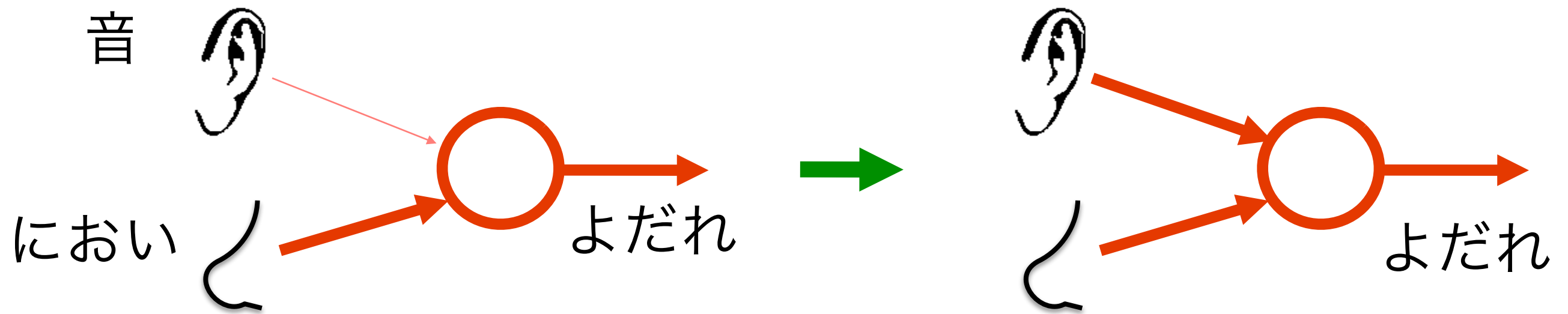


I.P. パブロフ(露、生理学者, 1889-1936)

条件反射の研究成果により, 1904年にノーベル生理学・医学賞受賞

犬にえさをあげる時にいつも鈴を鳴らすと, 鈴の音を聞くだけでよだれを出すようになる

神経の学習モデル：ヘップ則(1949)



神経細胞が興奮しているとき、その細胞に刺激を与えたシナプス結合は強化され、刺激はより伝わりやすくなる

D.O. ヘップ(カナダ、心理学者)

神経の学習モデル

パーセプトロン

【ローゼンブラット(米) 1957年】

THE PERCEPTRON: A PROBABILISTIC MODEL FOR INFORMATION STORAGE AND ORGANIZATION IN THE BRAIN¹

F. ROSENBLATT

Cornell Aeronautical Laboratory

If we are eventually to understand the capability of higher organisms for perceptual recognition, generalization, recall, and thinking, we must first have answers to three fundamental questions:

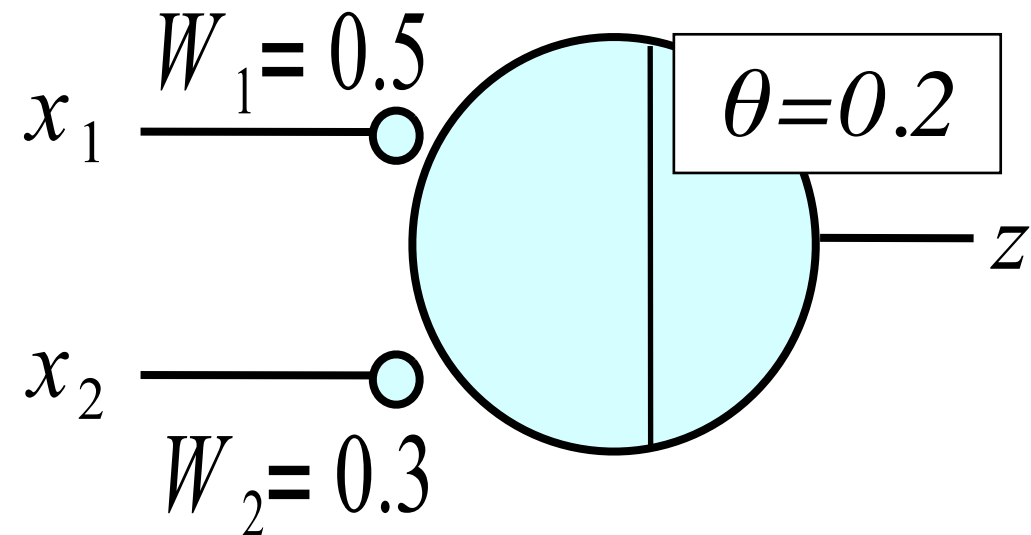
1. How is information about the physical world sensed, or detected, by the biological system?
2. In what form is information stored, or remembered?
3. How does information contained in storage, or in memory, influence recognition and behavior?

The first of these questions is in the province of sensory physiology, and is the only one for which appreciable understanding has been achieved. This article will be concerned primarily with the second and third questions, which are still subject to

and the stored pattern. According to this hypothesis, if one understood the code or "wiring diagram" of the nervous system, one should, in principle, be able to discover exactly what an organism remembers by reconstructing the original sensory patterns from the "memory traces" which they have left, much as we might develop a photographic negative, or translate the pattern of electrical charges in the "memory" of a digital computer. This hypothesis is appealing in its simplicity and ready intelligibility, and a large family of theoretical brain models has been developed around the idea of a coded, representational memory (2, 3, 9, 14). The alternative approach, which stems from the tradition of British empiricism, hazards the guess that the images of stimuli may never really be recorded at all, and

学習例(AND回路)

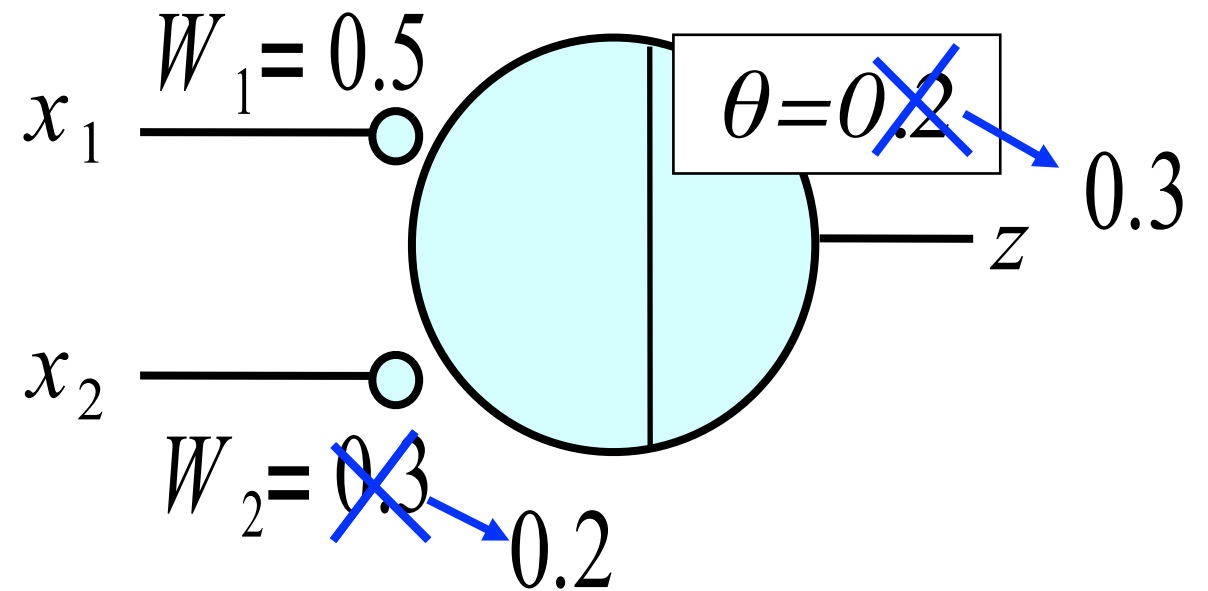
x_1	x_2	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



1. 結合重みと閾値をランダムに決める
2. (0,0)を入力
 $0.5 \times 0 + 0.3 \times 0 = 0 < 0.2 \quad \therefore z = 0$
…正解なのでなにもしない

学習例(AND回路)

x_1	x_2	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



3. (0,1)を入力 $\cdots 0.5 \times 0 + 0.3 \times 1 = 0.3 > 0.2$

$\therefore z=1$ \cdots 間違い! 発火しにくくする!

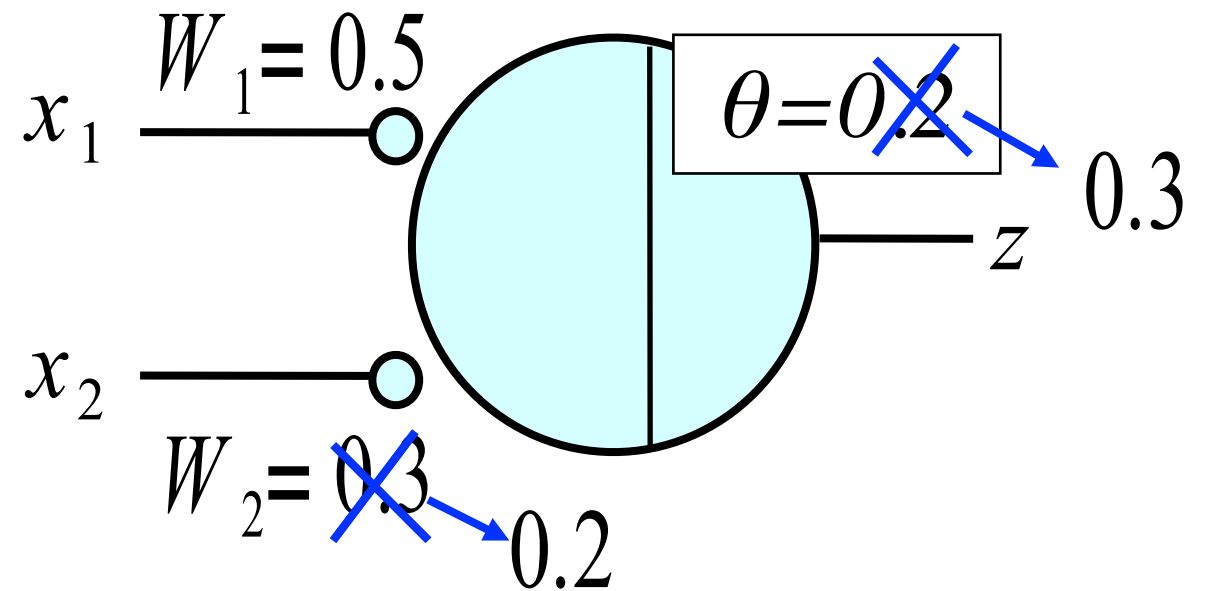
1) 信号を受け取っていない W_1 \cdots 変更無し

2) 信号を受け取っている W_2 $\cdots W_2 =$ 0.2

3) 閾値 θ $\cdots \theta =$ 0.3

学習例(AND回路)

x_1	x_2	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



仮にもう一度(0,1)を入力すると

$$0.5 \times 0 + 0.2 \times 1 = 0.2 < 0.3$$

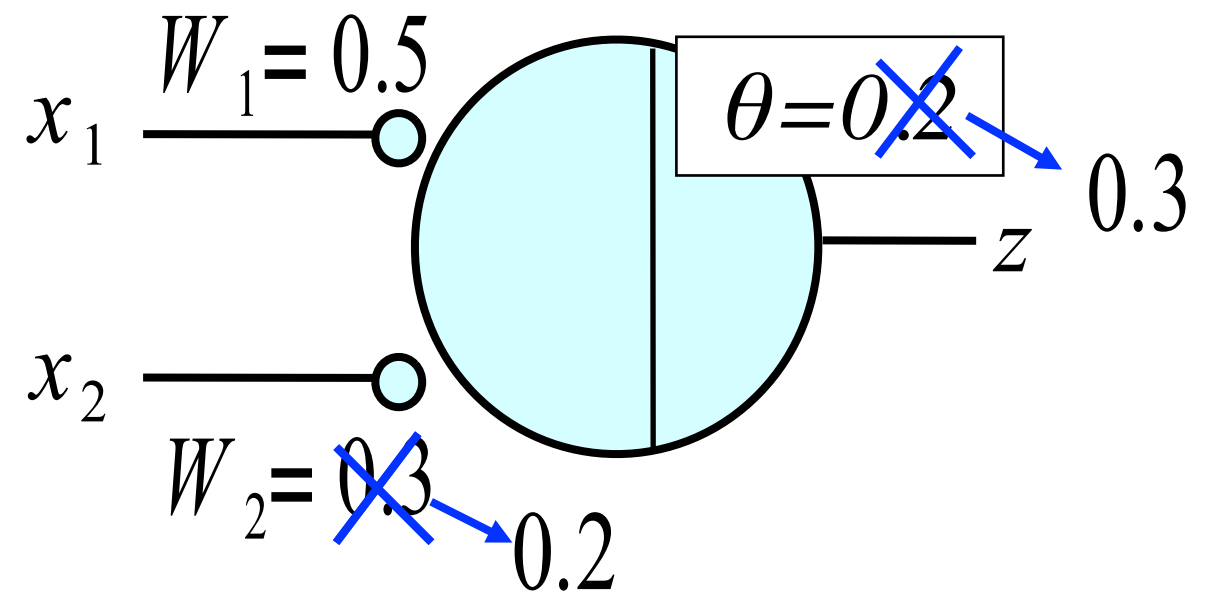
$\therefore z=0$ OK!!

神経の学習モデル：パーセプトロン

【ローゼンブラット(米) 1957年】

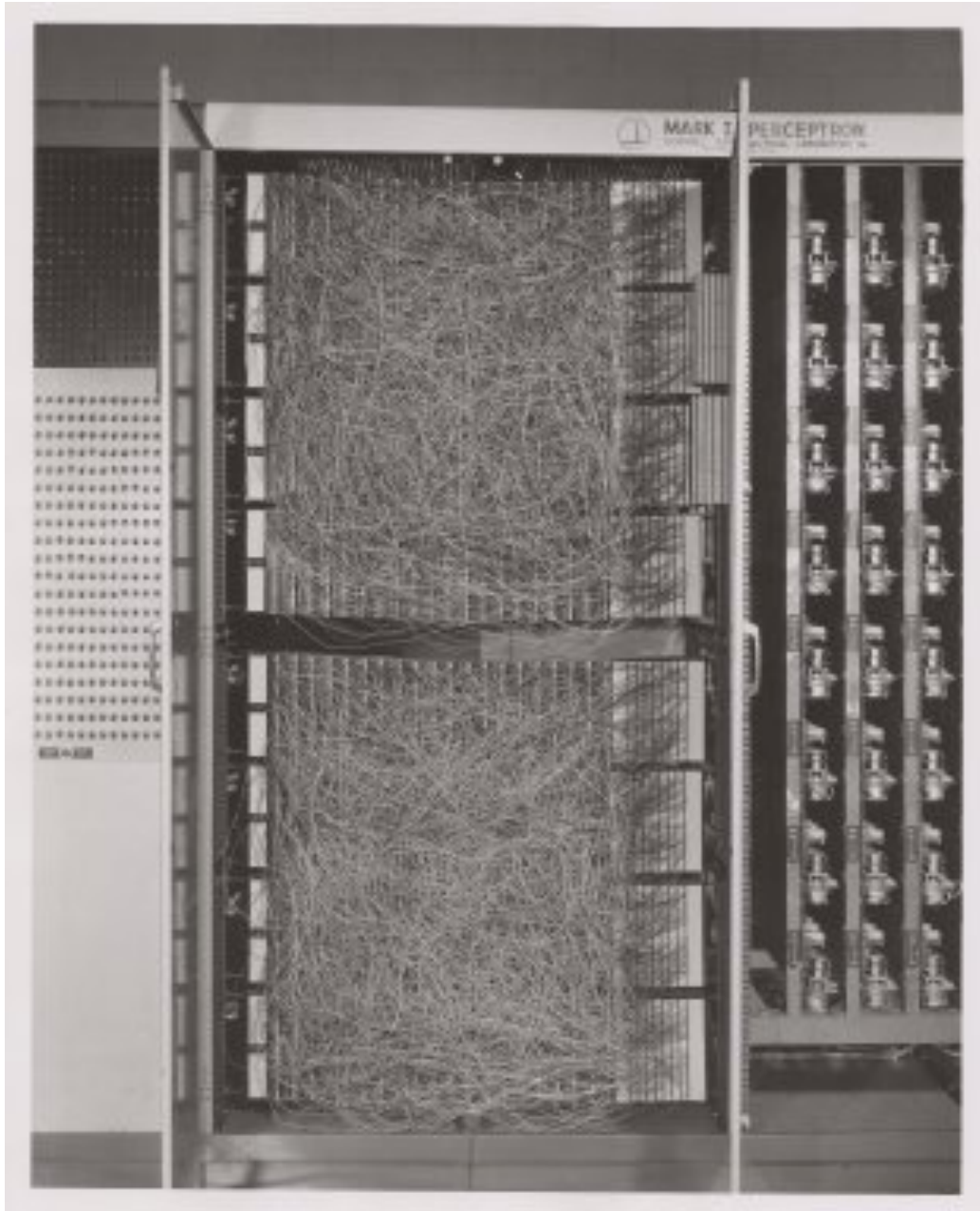
AND回路を覚える！

x_1	x_2	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



- 他の入出力の組合せについても，同様に繰り返す.
- 正解は1なのに，出力は $z=0$ のときには結合重みとしきい値をどう修正すべきかは各自考えよ

Mark I Perceptron



- ・画像認識用に開発 (1957-1959)
- ・20 x 20個のフォトセルから神経素子に結合
- ・ポテンシオ・メータで結合重みを表現
- ・モータ動力により結合重みの変更(学習)

神経の学習モデル：パーセプトロン

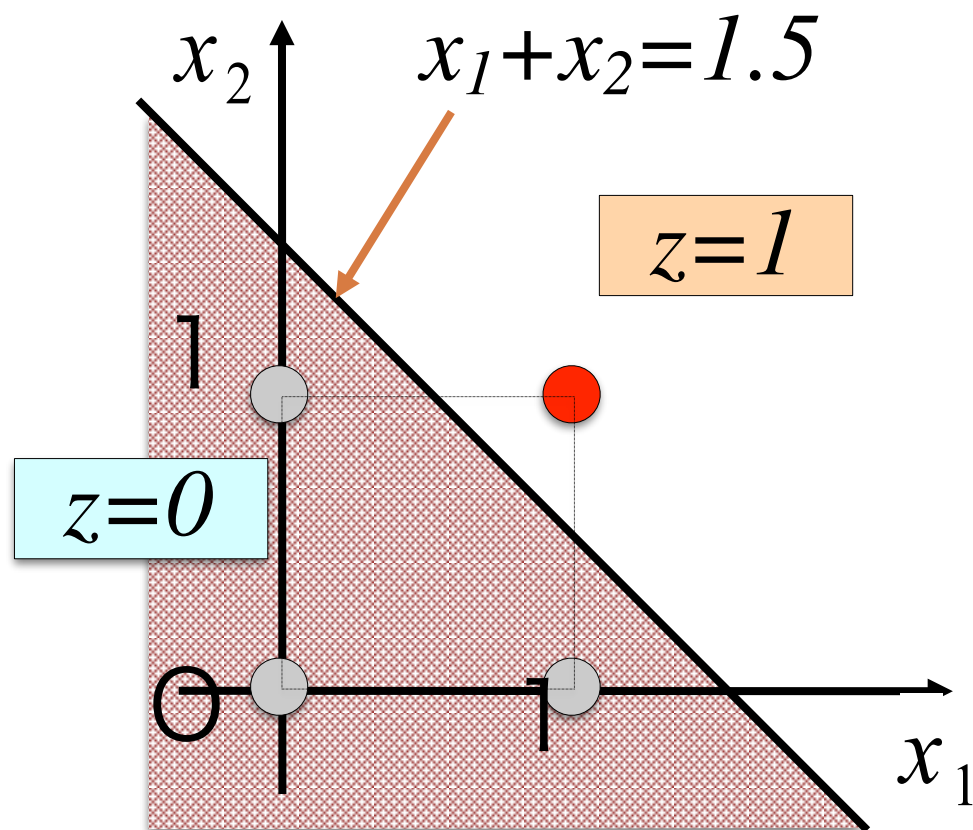
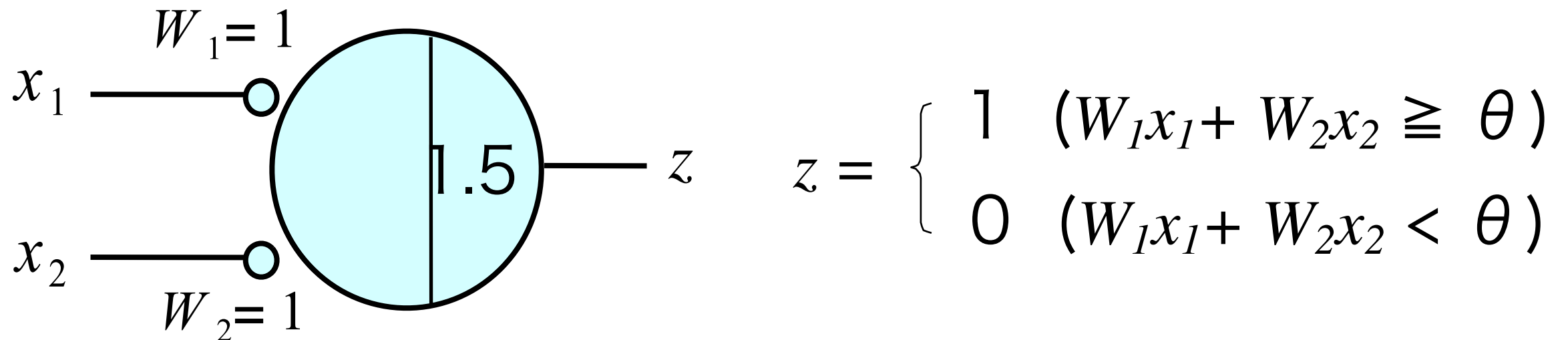
【ローゼンブラット(米) 1957年】

Q. 以上の学習則で、どんな入出力パターンも学習できるのだろうか？

A. パーセプトロンの収束定理

識別可能なパターンを適切な順で提示すれば、有限回の学習で正しく識別できるようになる！

AND回路

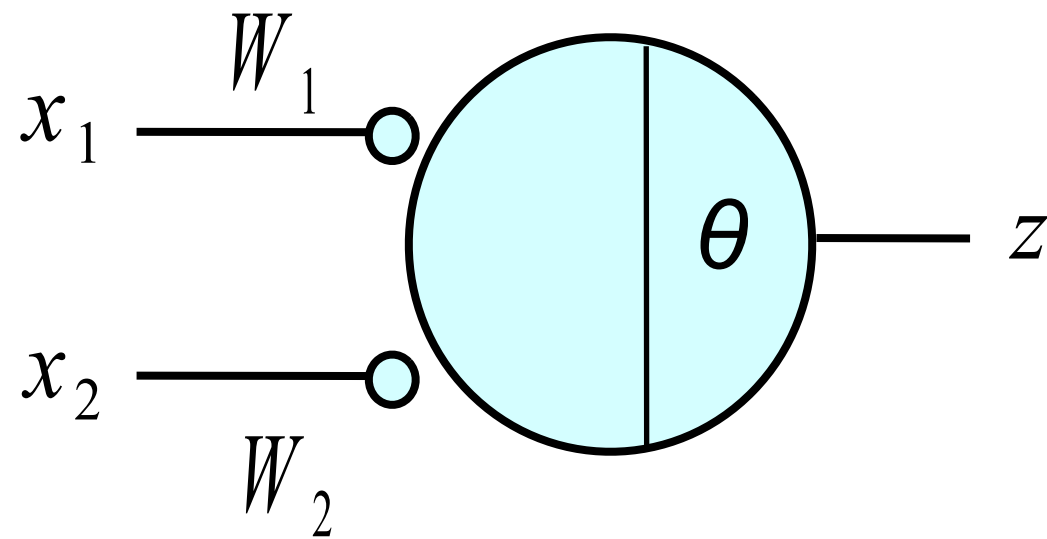


x_1	x_2	$W_1x_1 + W_2x_2$	z
0	0	$1 \times 0 + 1 \times 0 = 0 < 1.5$	0
0	1	$1 \times 0 + 1 \times 1 = 1 < 1.5$	0
1	0	$1 \times 1 + 1 \times 0 = 1 < 1.5$	0
1	1	$1 \times 1 + 1 \times 1 = 2 > 1.5$	1

OK !

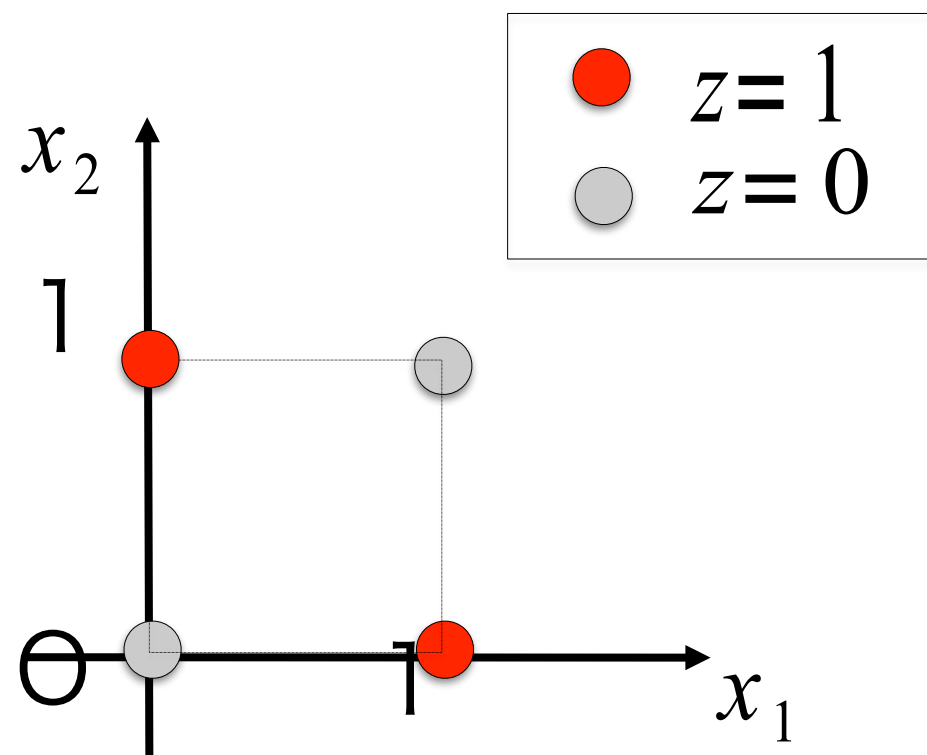
神経の学習モデル：パーセプトロン

…XOR回路…



XOR回路

x_1	x_2	z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



出力を分離できる直線を
ひくことができない
(線形分離不可能)
パーセプトロンでは識別不可能!!

Q. 以下の論理回路はパーセプトロンで実現可能か？

$x1$	$x2$	z
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Q. 以下の論理回路はパーセプトロンで実現可能か？

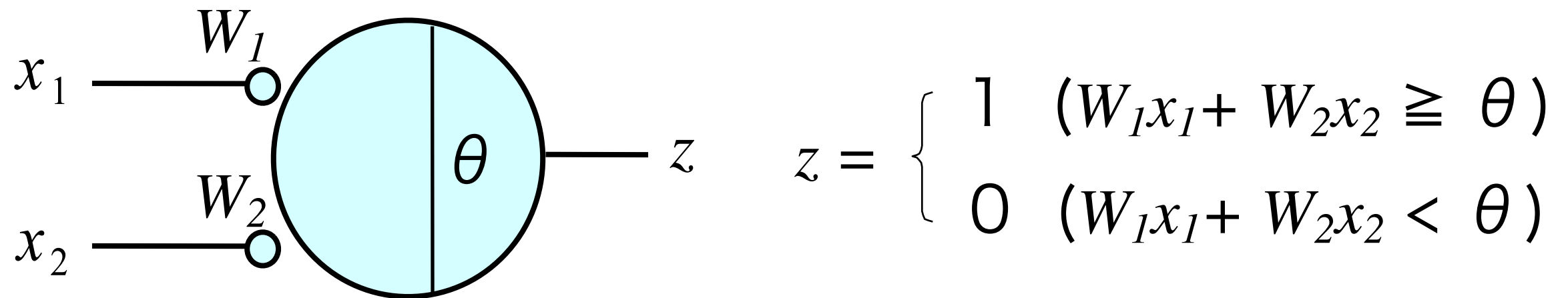
$x1$	$x2$	z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Q. 以下の論理回路はパーセプトロンで実現可能か？

$x1$	$x2$	$x3$	z
0	0	0	1
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

マカロクとピッツによる形式ニューロン

【McCulloch（神経学者） & Pitts（数学者） 1943年】



2 入力の神経細胞モデル 1 つで AND 回路や OR 回路など、
計算機に必要な基本的な論理回路を作れる！！

パーセプトロン

- パーセプトロンには識別できないパターンが存在！ (Minsky and Papert, MIT, 1969)
- 脳のモデルとしては不十分では？
- 多層化すれば可能だが、学習方法が未発見



第一次ニューラルネットワークブームの終焉へ…