一方向きの興奮伝導に関する研究

其の六 Bethe 氏批判。新学説「新興奮性伝導性併行法則」(仮称)

の立場及び、私の興奮伝導に関する実験成績より。

関西医科大学生理学教室(指導 幸塚嘉一教授)

石 川 繁 子

(文部省科学研究費に依る。本研究の要旨は第24回日本生理学会に於て発表した。)

Studies on the Irreciprocal Conduction of Excitation.

Report VI. Critique of the Bethe's Theory from a Standpoint of the New Theory of "New Law of Excitability and Conductibility Parallelism" and the Experimental Results.

Shigeko Ishikawa

Department of physiology, Kansai Medical School (Supervised by K. Kotsuka)

The author previously reported that the excitation on all living systems were essentially conducted reciprocally, verifying experimentally existing of three fundamental conduction of excitation systems and these translation systems which are revercible each other. But Bethe advocated the theory that the excitation on all living systems are essentially conducted irreciprocally. without reciprocally. Therefore it is difficult to explain the experimental results of the author by the Bethe's theory, however the theory is not established on the basis of physiological fact.

目 的:—

学説批判の目的は第1図に示す如き3つの生活系の存在の由来に関する、私達の新研究用学説を述べるに先立ちて、既存の代表的諸学説を批判せんとするにある。

学説は正型的両方向き興奮伝導系、否定型的両方向き興奮伝導系、一方向きの興奮伝導系の3基本的興奮伝導系及びその移行型が存在、及び三系は互に必ず可逆なる事を充分にして、且つ一義的に説明しなければならぬ。本論文に於ては Bethe 氏説を批判する。

周知の如く、Bethe 氏曰く「全生活系は大なり小なり一方向きの興奮伝導をなすものである。純粋の、即絶対的両方向き興奮伝導をするものは全くなく、例えば有髄神経の様に一般に代表的な両方

向き興奮伝導生活体と認められているものでも、実は方向に依つて伝導速度に多少の差があるのである。骨骼筋繊維も同様である。かくして神経繊維や骨骼筋繊維では一方向きの興奮伝導の発達は不著明であるがそれに反して、神経細胞や神経筋肉接続部では著明に発達している。即両方向き興奮伝導とか、一方向きの興奮伝導とかの区別は実験上からの事で、理論的にはいずれも一方向きの興奮伝導系に属するものである」と。即 Bethe 氏に依れば、全生活系は一方向きの興奮伝導をするものである。(何等明快なる理由も示さずに)両方向き興奮伝導は唯実験誤差の範囲のみであると云うのである。従つて、私達の仮称する、正型的両方向き興奮伝導系を否定せねばならない学説である。尤も、事実1本の単一筋肉繊維或は、1本の単一神経繊維がはたして質的には無論、量的に

も絶対に両方向き興奮伝導なりや？否や？の決定的実験は未だ存在していないが。（若しそれが出来る時は学説ではなくて事実と云うべきであろう。）

前述の問題即ち、神経筋肉接続部に於ける興奮伝導に関して述べた様に、“新興奮性・伝導性併行法則”（仮称）、三基本的興奮伝導系及びその移行型、且つ互に可逆なる事に依り、全生活系は本来は両方向き興奮伝導をなすものである。之に或 mechanism が加わる事に依り、一方向きの興奮伝導をなす。及びその反対の事。従つて、「之は一方向きの興奮伝導系なり」或は「之は両方向き興奮伝導系なり」と云つて全く固定して了つて存在するものではない。三基本的興奮伝導系は互に必ず可逆であると云う事を、又それ等成立の諸条件を私はすでに実験的に決定した。且つその際私は途中否正型的両方向き興奮伝導系を経て互に gradual に移行する事を証明したのである。（かかる事は Bethe 氏の夢想だにもしなかつた所である。）

私達は Bethe 氏とは根本的に対立する。換言すれば思想的に全く対立するものである。即全生活系は本来両方向き興奮伝導をするのである。その根拠は次の如くである。前述の神経筋肉接続部に於ける興奮伝導に関して述べた事に依り、興奮性・伝導性併行法則に、「すべての方向」と云う概念を導入する事が出来る。そうすれば、すべての方向に興奮性・伝導性は併行でなくてはならないはずである。之を“新興奮性・伝導性併行法則”（仮称）とするならば、総ての方向に、興奮性の存する所必ず伝導性がなくてはならぬはずである。それに或条件が加わると一方向きの興奮伝導をなすとの立場をとるものである。従つて絶対的に、即いかなる条件下にても一方向きの興奮伝導系で終始するものではない。換言すれば或条件の下では必ず一方向きの興奮伝導系に属するものが両方向き興奮伝導系になり得る事、及びその反対の事を理論的にそうでなくてはならぬのみならず、実験的にもかかる事を私は先づ心房心室間接続部に於てすでに証明し終へた。他の生活系に於ても同様の事が妥当するや？否や？、神経筋肉接続部に於ても妥当する事を実験的に証明した。

〔一方向きの興奮伝導に匹する研究其の五（神経筋肉接続部に於ける興奮伝導に就いて）の論文参照〕。而して、Bethe 氏説は興奮伝導系に関する研究の私の実験成績を説明するに困難なりと思う。即次の通りである。

(1) 第1表、第2表及びその曲線（第2図、第3図）に於ては一方向きの興奮伝導系と両方向き興奮伝導系とは可逆である事を示している。

(2) 第3表、第4表及び其の曲線では一方向きの興奮伝導系のものが両方向き興奮伝導系になる時、又はその反対の時、途中否正型的両方向き興奮伝導系を経過する事を示す。（第4図、第5図）。

(3) 第5表及び曲線（第6図）は一方向き興奮伝導系のものが両方向き興奮伝導系になる時 gradual に移行している事を示している。

第1図

第1表 Lat. pant 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine
Ringer液) ♀ 基 体重—80g. 脂肪体—0.07g
8/Ⅱ 16.0°C (室温)

時 間	操 作	興奮波伝 導 時 間 (秒)
5.10 P.M.	心 臓 摘 出	
5.22	Sinus 切 除	
5.25	v — a	∞
5.28	a — v	0.9
5.45	v — a	∞
6.20	v — a	∞
6.40	a — v	0.9
7.02	アドレナリン・リンガー液	
7.05	v — a	0.7
7.08	a — v	0.65
7.15	v — v'	0.4
7.18	a — a'	0.35
7.35	v — a	0.7
7.38	a — v	0.8
7.45	v — a	0.7
7.48	v — a	0.7
7.55	a — v	0.9
7.58	v — a	0.85
8.15	エルゴトキシシン・リンガ液 (アドレナリン・リンゲル 液を除去して)	
8.18	v — a	∞
8.20	v — a	∞
8.30	a — v	0.9
8.32	a — v	1.1
8.35	a — a'	0.55
8.38	v — v'	0.5
8.41	a — v	0.8
8.43	a — v	0.8
8.45	v — a	1.0
8.48	v — a	2.7
8.50	a — a'	0.45
8.51	リンガー液 (エルゴトキシシン・リンガー 液を除去して)	
8.55	v — a	1.05
8.58	エルゴトキシシン・リンガー液	
9.00	a — v	1.1
9.02	v — a	1.05
9.03	v — a	1.07
9.05	a — v	∞
9.06	v — a	1.2

第2図 興奮波伝達時間曲線 Lat. pant 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine
Ringer液)

♀ 基 体重 80g. 脂肪体 0.07g

8/Ⅱ 16.0°C (室温)

第2表 Septum 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine
Ringer液) ♂ 基 体重—150g 脂肪体—0.75g

3/Ⅲ 13.0°C (室温)

時 間	操 作	興奮波伝 導 時 間 (秒)
3.40 P.M.	心 臓 摘 出	
3.50	Sinus 切 除	
3.55	a — v	0.8
3.57	v — a	1.05
4.05	a — v	0.8
4.07	v — a	1.0
4.12	a — v	0.7
4.30	Septum の手術終了	
4.35	v — a	∞
6.45	a — v	1.3
6.50	a — v	1.3
6.55	a — v	1.3
7.00	a — v	1.3
7.03	v — a	∞
7.10	アドレナリン・リンガー液	
7.13	a — v	0.9
7.15	v — a	0.7
7.30	v — a	0.8
7.45	a — v	0.95
8.05	エルゴトキシシン・リンガー液 (アドレナリン・リンゲル液 を除去して)	

8.08	a — v	1.3
8.15	v — a	∞
8.25	v — a	∞
8.34	アドレナリン, リンガー液 (エルゴトキシシンリンゲル液 を除去して)	
8.38	a — v	0.8
8.40	v — a	0.75
8.45	a — v	1.0
8.50	v — a	0.9

第3図 興奮波伝達時間曲線 Septum 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine
Ringer液) ♂ 基体重 150 g, 脂肪体 0.75 g
3/Ⅲ 13.0°C (室温)

第3表 Lat. part 標本
(Ringer液—ergotoxine Ringer液—adrenaline
Ringer液)

♀ 蛙 体重 3.01 g 脂肪体 0.2 g
1/Ⅲ 15.0~15.2°C (室温)

時 間	操 作	興奮波伝 達 時 間 (秒)
2.02 P.M.	心 臓 摘 出	
2.22	Sinus 切 除	
2.25	a — v	0.66
2.30	a — v	0.66
2.35	v — a	0.64
2.40	a — v	0.64
2.41	エルゴトキシシン・リンガー液	
2.45	v — a	0.84
2.50	a — v	0.64
2.59	v — a	1.50
3.00	a — v	0.64
3.10	a — v	0.62
3.13	v — a	1.94
3.20	a — v	0.66
3.30	v — a	∞
3.32	a — v	0.64

3.34	v — a	∞
3.36	アドレナリン・リンガー液 (エルゴトキシシン・リンガー 液を除去して)	
3.37	v — a	1.74
3.39	a — v	0.66
3.41	v — a	0.62
3.43	a — v	0.62
3.45	v — a	0.62
3.47	a — v	0.62

第4図 興奮波伝達時間曲線 Lat. part 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine
Ringer液)

♀ 蛙 体重 30.1 g 脂肪体 0.2 g
1/Ⅲ 15.0~15.2°C (室温)

第4表 Lat. part 標本
(Ringer液—ergotoxine Ringer液—adrenaline
Ringer液)

♂ 蛙 体重—16.7 g 脂肪体—0.2 g
6/Ⅲ 12.8~12.3°C (室温)

時 間	操 作	興奮波伝 達 時 間 (秒)
2.54 P.M.	心 臓 摘 出	
2.55	Sinus 切 除	
2.58	v — a	0.604
3.02	a — v	0.602
3.06	v — a	0.6
3.10	a — v	0.604
3.13	エルゴトキシシン, リンガー液	
3.14	v — a	1.08
3.30	a — v	0.73
3.44	v — a	1.46
3.50	v — a	1.48
4.00	a — v	0.82
4.15	v — a	0.08
4.30	v — a	∞

4.35	a — v	0.804
4.45	v — a	∞
4.50	a — v	0.804
4.55	アドレナリン・リンガー液 (エルゴトキシシン・リンガー液を除去して)	
5.56	v — a	∞
5.57	v — a	2.1
5.58	v — a	1.52
5.59	a — v	0.8
6.00	v — a	0.88
6.01	a — v	0.62
6.02	v — a	0.62
6.03	a — v	0.62
6.04	v — a	1.62

第5図 興奮波伝達時間曲線 Lat. part 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine Ringer液)

♂ 蛙 体重 6.7g 脂肪体 0.2g

6/Ⅱ 12.8~12.3°C (室温)

第5表 Lat. part 標本
(Ringer液—adrenaline Ringer液—ergotoxine Ringer液)

♀ 蟻 体重 250g 脂肪体 1.65g

19/Ⅱ 13.5°C (室温)

時 間	操 作	興奮波伝達時間 (秒)
12.05P.M.	心 臓 摘 出	
12.10	Sinus 切 除	
12.30	v — a	0.7
12.35	a — v	0.6
12.50	v — v'	0.35
12.55	a — a'	0.4

1.20	a — v	0.6
1.25	v — a	0.7
1.50	v — a	+
1.55	a — v	0.6
2.10	v — a	0.75
2.15	a — v	0.65
2.30	v — v	0.75
2.35	a — v	0.75
3.25	v — a	1.05
3.30	a — v	0.7
3.45	v — a	1.55
3.50	a — v	+
4.30	a — v	0.65
4.35	v — a	1.7
4.50	a — a	+
5.20	a — v	1.1
5.45	v — a	+
5.50	v — a	+
6.20	v — a	1.85
6.25	a — v	1.1
6.35	v — a	2.2
6.55	a — v	1.1
7.30	v — a	3.05
8.20	アドレナリン・リンガー液	
8.25	v — a	0.7
8.28	a — v	0.75
8.30	v — a	0.6
8.33	a — v	0.55
8.36	v — a	0.6
8.38	a — v	0.7
8.40	エルゴトキシシン・リンガー液 (アドレナリン・リンガー液を除去して)	
8.43	v — a	0.95
8.50	a — v	1.0
9.00	v — a	1.5
9.58	アドレナリン・リンガー液 (エルゴトキシシン・リンガー液を除去して)	
10.00	a — v	1.0
10.02	v — a	0.7
10.05	a — a'	0.4
10.08	v — v'	0.4
10.10	v — a	0.7
10.15	a — v	0.9

第6図 興奮波伝達時間曲線 Lat. part 標本
(Ringer 液—adrenaline Ringer 液—ergotoxine
Ringer 液)

♀ 基 体重 250 g 脂肪体 1.65 g

19/II 13.5°C (室温)

尤も Bethe 氏説は何等明快なる生理学的実験事実の上に建てられた説ではない。換言すれば、生理学上の範囲を離れて建てられた学説であるから、之を実験に依り批判し去る事は不可能な事であるかも知れないが。

拙筆に臨み御懇篤な御指導と御激励を贈りました恩師幸塚教授に対し深謝致します。又故石川日出鶴丸先生並びに笹川教授から終始御鞭撻を蒙り致しました事を厚く御礼申します。

主 要 文 献

- 1) H. Ishikawa: The fundamental phenomena of life (1924)
- 2) K. Kotsuka: H. Ishikawa's Collected Papers (1938)
- 3) K. Kotsuka: Proceeding of the Japanese Physiological Society (1943)
- 4) Bethe: Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems (1903)
- 5) 石川繁子: 関西医大誌, 8, (1) (1956)
- 6) 石川繁子: 関西医大誌, 8, (2) (1956)
- 7) 石川繁子: 関西医大誌, 8, (3) (1956)